



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Determinar la eficiencia de los polielectrolitos (Superfloc N-300 y Superfloc C-581) para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015**

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

#### **AUTOR:**

**Balbin Morán, Rosario Nathaly**

#### **ASESOR:**

**Mg. Ing. Benites Alfaro, Elmer**


#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Gestión Ambiental**

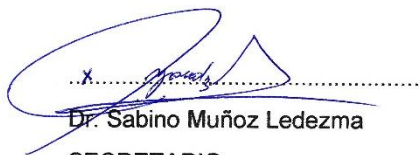
**LIMA-PERÚ**

**2015**

**JURADO CALIFICADOR:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Cuellar', written over a horizontal dotted line.

Dr. José Cuellar Bautista  
PRESIDENTE

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sabino Muñoz', written over a horizontal dotted line.

Dr. Sabino Muñoz Ledezma  
SECRETARIO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wilber Quijano', written over a horizontal dotted line.

MSc. Wilber Quijano Pacheco  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

Dedicado íntegramente a mi familia y a las personas que siempre estuvieron allí para darme su apoyo incondicional, por su comprensión y fuerza en todo momento.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer ante todo a **Dios** por darme salud y guiarme a lograr las metas que me he trazado durante mi vida, enseñándome a no rendirme.

A la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO** por abrirme sus puertas para lograr ser una profesional y enseñarme a querer mi carrera profesional.

A mi asesor de tesis **Mg. Benites Alfaro, Elmer**, por sus conocimientos, apoyo y motivación en la realización de mi trabajo de investigación y así lograr culminar mi carrera profesional.

Al **Mg. Wilber Quijano**, por su apoyo e impulso para la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mis padres Daniel y **Gloria**, quienes son los mejores padres del mundo y me brindan su amor incondicional.

A mis hermanos y sobrino, **Daniel, Medalith y Fernando Daniel**, y a mi bebé **Iniesta** quienes son mi motivo para seguir logrando cada uno de mis sueños y objetivos en la vida.

A **Jerson**, que con su amor, comprensión, apoyo y ánimos no ha dejado que me rinda ante una dificultad, me ha enseñado a levantarme ante una caída y ser más fuerte cada día.

A mi amiga **Indira** por apoyarme en todo y enseñarme a ser valiente todos los días.

A mis abuelos **Toribio, Augusto y Oscar** que, con mucho amor, ellos me enseñaron el valor del respeto, y aunque ahora no estén a mi lado, sé que desde el cielo ellos se encuentran cuidándome.

Quiero darles gracias a todas las personas que son parte de mi vida profesional, quienes siempre han estado dándome fuerza, apoyo, ánimo en momentos complicados y no complicados de mi vida, realmente gracias.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Rosario Nathaly Balbín Moran con DNI N° 45989745, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César vallejo.

Lima, diciembre de 2015



**Rosario Nathaly Balbin Moran**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado;

Presento ante ustedes la Tesis titulada “Determinar la eficiencia de los polielectrolitos (Superfloc N-300 y Superfloc C-581) para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015”, con la finalidad de mostrar la eficiencia de los floculantes N-300 y N-581 para la remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de oxígeno y Aceites y Grasas de efluentes industriales procedentes de mantenimiento de maquinaria pesada, para así encontrar el floculante eficiente que de tratamiento y genere menos costos, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Rosario Nathaly Balbin Moran

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
PRESENTACIÓN .....	iv
RESUMEN.....	1
ABSTRAC.....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
1. 1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1. 2 TRABAJOS PREVIOS .....	4
1.3 TEORIAS RELACIONADOS CON EL TEMA .....	15
1.3. 1 EL AGUA Y SUS PROPIEDADES .....	15
1.3.2 CALIDAD AMBIENTAL.....	19
1.3.3 AGUA RESIDUAL .....	19
1.3.4 FLOCULACIÓN .....	23
1.3.5 SEDIMENTACIÓN.....	29
1.3.6 PRUEBA DE JARRAS.....	29
1.3.7 FLOCULANTE N- 300 .....	30
1.3.8 SUPERFLOC C-581 .....	31
1.3.9 DECRETO SUPREMO N° 001- 2015- VIVIENDA .....	33
1.3.10 EFICIENCIA DE REMOCIÓN .....	36
1. 4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	37
1.4.1 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	37
1. 5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	37
1. 6 OBJETIVOS.....	38
1.6.1. General .....	38
1.6.2 Específicos .....	38
1.7 HIPÓTESIS.....	38
1.7.1 HIÓTESIS ESPECÍFICAS.....	38
II. MÉTODO .....	39
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	39
2.2. Variables .....	39
2.2.1 Operacionalización de variables .....	40
2.3.1 Población .....	41

2.3.2 Muestra .....	41
2.3.3 Unidad de análisis.....	41
2.3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	41
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	42
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	42
2.5.1 ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	42
III. RESULTADOS.....	49
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS.....	49
3.1.1 PRUEBA INICIAL DEL EFLUENTE SIN TRATAMIENTO EN EL LABORATORIO CÉSAR VALLEJO.....	49
3.1.2 TRATAMIENTO CON FLOCULANTES .....	50
3.2 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA .....	53
3.2.1 PORCENTAJE DE REMOCIÓN .....	53
3.3. RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	59
3.3.1 PRUEBA DE ANOVA PARA MUESTRAS RELACIONADAS .....	60
3.4. RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO.....	61
3.4.1 PRUEBA DE ANOVA PARA MUESTRAS RELACIONADAS .....	62
3.4. RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS .....	63
3.4.1 PRUEBA DE ANOVA PARA MUESTRAS RELACIONADAS .....	64
IV. DISCUSIÓN.....	65
V. CONCLUSIÓN .....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	68
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS N° 1 PREPARACIÓN DE LOS FLOCULANTES .....	72
ANEXOS N°2 ANÁLISIS DEL DBO.....	73
ANEXOS N°3 ANÁLISIS DE ACEITES Y GRASAS.....	75
ANEXO 4 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	76
ANEXO N° 4 FICHAS DE OBSERVACIÓN .....	77
ANEXO N° 5 VALIDACIÓN DE FICHAS .....	79



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1 AGLOMERACIÓN DE PARTÍCULAS COLOIDALES EMPLEANDO FLOCULANTES.....	24
GRÁFICO N° 2 ESQUEMA DE FORMACIÓN DE PUENTES ENTRE PARTÍCULAS EN PRESENCIA DE POLÍMEROS ORGÁNICOS.....	25
GRÁFICO N° 3 PROPIEDADES DEL N-300.....	31
GRÁFICO N° 4 PROPIEDADES DEL SUPERFLOC C-581 .....	32
GRÁFICO N° 5 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE DQO - FLOCULANTE N-300 .....	56
GRÁFICO N° 6 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE DBO- FLOCULANTE N-300.....	56
GRÁFICO N° 7 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE AyG - FLOCULANTE N-300.....	57
GRÁFICO N° 8 GRADO DE REMOCIÓN DE DQO - FLOCULANTE C-581.....	57
GRÁFICO N° 9 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE DBO- FLOCULANTE C-581 .....	58
GRÁFICO N° 10 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE A y G- FLOCULANTE C-581 .....	58

## ÍNDICE DE TABLA

TABLA N° 1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS COMUNES DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL .....	20
TABLA N° 2 CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA EN EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.....	20
TABLA N° 3 ETAPAS PRINCIPALES PARA EL TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES .....	22
TABLA N° 4 ANEXO N° 1 DEL DECRETO 001- VIVIENDA 2015.....	34
TABLA N° 5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	40
TABLA N° 6 DATOS DE ANÁLISIS INICIAL DE LA MUESTRA DEL EFLUENTE.....	49
<b>TABLA N° 7 COMPARACIÓN COMO REFERENCIA CON EL DECRETO 001 – VIVIENDA – 2015.....</b>	<b>49</b>
TABLA N° 8 PRUEBA N-300 – VALORES OBTENIDOS EN LA PRIMERA PRUEBA .....	50
TABLA N° 9 PRUEBA N-300 – VALORES OBTENIDOS EN LA PRIMERA PRUEBA .....	50
TABLA N° 10 PRUEBA N-300 – VALORES OBTENIDOS EN LA PRIMERA PRUEBA ....	51
TABLA N° 11 PRUEBA C-581 – VALORES OBTENIDOS EN LA SEGUNDA PRUEBA....	51
TABLA N° 12 PRUEBA C-581 – VALORES OBTENIDOS EN LA SEGUNDA PRUEBA....	52
TABLA N° 13 PRUEBA C-581 – VALORES OBTENIDOS EN LA SEGUNDA PRUEBA....	52
TABLA N° 14 PROCENTAJE DE REMOCIÓN CON EL FLOCULANTE N-300.....	54
TABLA N° 15 PROCENTAJE DE REMOCIÓN CON EL FLOCULANTE C-581 .....	55
TABLA N° 16 DATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LOS FLOCULANTES.....	59
TABLA N° 17 TABLA PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL N-300 .....	59
TABLA N° 18 PRUEBA DE ANOVA.....	60
TABLA N° 19 PRUEBA DE TUKEY .....	60

TABLA N° 20 DATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LOS FLOCULANTES.....	61
TABLA N° 21 PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL N-300 .....	61
TABLA N° 22 PRUEBA DE ANOVA.....	62
<b>TABLA N° 23 PRUEBA DE TUKEY .....</b>	<b>62</b>
TABLA N° 24 DATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LOS FLOCULANTES.....	63
TABLA N° 25 PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL N-300 .....	63
TABLA N° 26 PRUEBA DE ANOVA.....	64

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad determinar la eficiencia de los floculantes Superfloc N-300 y Superfloc 581 para la remoción de concentración de la Demanda Química de oxígeno, Demanda biológica del oxígeno, Aceites y grasas y pH como indicador del efluente industrial. Para la etapa de exploración se realizaron los análisis iniciales de las concentraciones a remover para obtener tener un indicador, donde se obtuvieron la Demanda química de oxígeno 30983.3 mg/L, Demanda Biológica de oxígeno 1956.92 mg/L, Aceites y Grasas 5307mg/L y pH en 11.12. Para ello se neutralizó las muestras para una mejor floculación.

En la etapa de la determinación de la dosis de 8ml, 10ml y 12ml del floculante N-300 y C-581, se hizo 3 repeticiones con cada dosis de los floculantes, se llevó al floculador y se inició con 100rpm durante 2 minutos y luego se disminuyó a 40rpm durante 30 min y 20 minutos para dejar sedimentar los flóculos formados, posteriormente se realizó el análisis de los parámetros en el laboratorio de Calidad de la Universidad César vallejo para cada una de las muestras realizadas, donde se obtuvo resultados de porcentaje de remoción con el N-300 el DBO 75,47% , DQO 99,15%, Aceites y grasas 99,99% , mientras que el C-581 DBO 53,96% , DQO 98,82%, Aceites y grasas 99,99%. Se evidencia que para la remoción de aceites y grasas ambos floculantes son muy eficientes.

Palabras claves: **Floculantes, parámetros, remoción.**

## ABSTRAC

This research aims to determine the efficiency of flocculants Superfloc N-300 and 581 for the removal of concentration of chemical oxygen demand, biological oxygen demand, oils and fats and pH as an indicator of industrial effluent. For the exploration stage the initial analysis of the chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, oils and fats and pH as an indicator, where chemical oxygen demand 30983.3 mg / L were obtained, biological oxygen demand was made 1956.92 mg / L, Oils and Fats 5307mg / L and pH 11.12. To this was established that improved flocculation step neutralized samples. In the step of determining the dose of 8ml, 10ml and 12ml flocculent N-300 and C-581, for each sample of water, brought to the flocculator and began with 100rpm for 2 minutes and then decreased to 40rpm for 30 min, three repetitions were performed respectively. Later analysis of the parameters in the laboratory of Quality of Universidad César Vallejo, the chemical oxygen demand, biological oxygen demand, oils and fats and pH as an indicator was performed for each of the samples taken, which was obtained results percentage of finding in the N-300 75, 47% BOD, COD, 99, 15%, 99, 99% Oils and fats, while the C-581 53, 96% BOD, COD 98.82% oils and fats 99, 99%. It is evident that for the removal of oils and fats both flocculants are very efficient.

Keywords: **flocculants, parameters, removal.**

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En el Perú la Gestión de los recursos Hídricos, la protección de la salud, la tecnología y la productividad son aspectos que se viene desarrollando progresivamente a fin de dar un enfoque sistemático para el tratamiento y adecuación de factores ambientales como el uso eficiente del agua y el cómo manejar la generación de aguas residuales generadas por las actividades poblacionales y productivas.

En La Ley General de Aguas, en su artículo 22º, establece la prohibición de verter cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas y causar daños o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora y fauna, o comprometer su empleo para otros usos. Y señala que dichas descargas deberán ser sometidas al tratamiento previo que sea necesario. (LEY GENERAL DE AGUAS, 2015)

Los Efluentes Industriales, serán variables en concentración según el tipo de actividad que se realice en cada Industria, para ello debe realizarse un estudio específico para poder minimizar el grado de concentración de los parámetros físico – químicos que sobrepasan los Límites Máximos permisible, una forma de hacerlo es usar los agentes químicos u orgánicos puntuales para revertir los problemas, pero que en muchos casos no se logra fiscalizar que los efluentes industriales que son vertidos al alcantarillado cumpla con las normativas ambiental.

(HAVURY, 1997) menciona que una de las principales ventajas del tratamiento de las aguas residuales, es de tipo económico, siempre y cuando se lleven a cabo adecuadamente los criterios apropiados de diseño y sobre todo el tipo de afluente a tratar, ya que el reúso del agua renovada puede ser de gran utilidad en lugares donde exista escasez de agua. Los aspectos de salud pública que están relacionados con el uso del agua residual involucran la supervivencia de bacterias patógenas y virus en las pequeñas gotas de aerosol pulverizadas sobre y en el interior del suelo.

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

**EMPLEO DE FLOCULANTES INORGÁNICOS EN EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÁCTEOS. MSc. González Díaz, Yudith, Dr. Hernández Falcón, José. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba- 2013**

Se realizó un estudio de la eficacia en el tratamiento del residual líquido del Combinado Lácteo Santiago, del proceso de floculación empleando sulfato férrico, sulfato de aluminio o el cloruro de polialuminio en combinación con sílice activada, carbón activo en polvo o carbonato cálcico precipitado. Los parámetros empleados para evaluar el proceso fueron el rendimiento de eliminación de la materia orgánica (expresada como demanda química y demanda bioquímica de oxígeno) y los sólidos en suspensión totales (SST). Se obtuvieron mediante la prueba de las jarras las condiciones óptimas para el proceso de floculación: dosificación del floculante, dosificación del coadyuvante y pH de la solución. El pH óptimo es 6 para el sulfato férrico, 5 para el sulfato de aluminio y de 5-7 para el cloruro de polialuminio. Puede concluirse de este estudio que la utilización combinada de los floculantes con sílice activada, carbón activo en polvo o carbonato cálcico precipitado es un proceso útil en el tratamiento de las aguas residuales lácteas.

**EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA POR EL METODO DE ADSORCIÓN-COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN PARA LA REMOCIÓN DE COLORANTES DE EFLUENTE DEL ÁREA DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA EMPRESA TEXTIL CO&TEX S.A.S. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología. Castellanos Cardona, Sandra Johanna y Tusarma Grajales, Marleny, para Obtener el Grado de Químico Industrial. Colombia 2014**

El siguiente trabajo de investigación aplicó la remoción de colorantes reactivos que se encuentran en efluentes residuales de una empresa dedicada a la

Textilería, haciendo uso de procedimientos fisicoquímicos en combinación; como adsorción, coagulación y floculación por medio de la “prueba de jarras”, como una opción más eficiente para disminuir las cargas contaminadas del efluente generado en el proceso industrias de la empresa textilera CO & TEX.

Los líquidos reactivos tipo colorantes que optaron para realizar un tratamiento fisicoquímico en combinación con los colorantes Rojo, café, azul y negro, y la combinación lograda del proceso de índigo y teñido.

Durante el estudio desarrollado se utilizaron la bentonita y carbón activado para actuar como absorbente, Policloruro de Aluminio y Sulfato de Aluminio líquido usados para la coagulación, a fin de mejorar el trabajo de floculación se trabajó con un polímero sintético y almidón de yuca.

Para el efluente residual de color rojo se logró buena remoción de 75.15%, haciendo uso únicamente el almidón como floculante.

Para el efluente residual de color negro se usó la combinación de P.A.C-Almidón, logrando una remoción de 81.66%, lo que evidencia eficiencia.

Para el efluente de color azul fue más eficiente la combinación P.A.C-Almidón logrando una remoción de 90.94%, el cual muestra mayor remoción que las anteriores.

Para el efluente de color café se evidenció buena remoción, después de haber usado combinación S.A.L-Floculante, logrando una remoción de 89.04%, a su vez recomendable por presentar eficiencia en remoción y economía. Asimismo, la combinación de S.A.L - almidón, logró una remoción de 68%, lo cual puede indicar ser un sistema ideal para tratar los efluentes residuales de una empresa dedicada a la Textilería, debido al bajo consumo de reactivos químicos, adicionalmente disminuye ligeramente la carga orgánica DQO en promedio de 45.71%.

## **TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO EN EFLUENTES DE UNA TENERÍA PROVENIENTES DE UN TRATAMIENTO BIOLÓGICO**

**Universidad del Zulia, Facultad de Ingeniería, Programa de Postgrado ciencias del Ambiente. Ing. Diana Cegarra, para grado académico de Magister Scientiarum en ciencias del ambiente. Venezuela, Maracaibo, junio del 2011.**

En el siguiente trabajo se aplicó un tratamiento físico-químico a efluentes provenientes de un tratamiento biológico con el fin de remover las fracciones recalcitrantes remanentes del proceso biológico. Se realizó el proceso de coagulación-floculación, usando 3 coagulantes: amargo de salmuera, cloruro férrico y agua de mar. En la primera etapa, se determinó la mejor dosis de cada coagulante por separado mediante pruebas de jarras a diferentes concentraciones de cada uno de ellos. La concentración y mejor dosis obtenida con el coagulante amargo de salmuera fue de 100 g/L y 50 ml/L, respectivamente con lo que se logró una remoción del 62,84 % de DQO y 42,00 % de NTK. El cloruro férrico en una concentración de 1,62 g/L con una dosis de 50 ml/L logró remociones del 72,93 % de DQO y 40,85 % de NTK, y con una dosis de agua de mar de 100 ml/L, se alcanzaron porcentajes de remoción de 53,98 % de DQO y 45,13 % de NTK, pero ninguno logró un efluente que cumpliera con la normativa venezolana.

En la segunda etapa, se realizaron combinaciones de los coagulantes logrando mejores remociones de DQO que cumplieron con el decreto 883. Una dosis de 50 ml/L con cloruro férrico en concentración de 1,62 g/L y con una dosis de 5 ml/L logró remover 47,87 % de DQO y 17,63 % de NTK. Al combinar cloruro férrico (1,62 g/L) en una dosis de 50 ml/L con amargo de salmuera (100 g/L) con 5 ml/L se obtuvieron remociones del 60,93 y 34,57 % de DQO y NTK, respectivamente. Por último, al combinar una dosis de 100 ml/L de agua de mar con cloruro férrico (1,62 g/L) en dosis de 5 ml/L se logró remover un 58,38 % de DQO y 47,17 % de NTK. Para todos los casos, se obtuvo remoción de parámetros como color, turbidez, dureza cálcica y magnésica.



## **EFICACIA DE COAGULANTES PARA EL TRATAMIENTO PRIMARIO DE EFLUENTES DE UNA PROCESADORA DE FRUTAS**

**Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Alcarraz C, Mario, Gamarra B, Gerardo, Castro L, Américo y Godoy A, Juan. Laboratorio de Bioprocesos Industriales – Facultad de Ciencias Biológicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica.**

El siguiente trabajo tiene como objetivo principal el de valorar la eficacia entre dos tipos de coagulantes para reducir el contaminante potencial de los efluentes de una industria procesadora de diversas frutas. En la realización el tratamiento primario se usó dos coagulantes químicos, el sulfato de aluminio como inorgánico y el Polycat CS-5460 como orgánico. La eficacia se precisó con los ensayos de turbidez, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos totales. Concluyendo que el coagulante óptimo para remover materia orgánica de efluentes de la industria es el Polycat CS-5460 por obtener una remoción de turbidez de 98,1% y reducir la demanda bioquímica de oxígeno en 96,58%, valores que están dentro de los límites permisibles para descarga de efluentes industriales, según la legislación peruana.

**EFICIENCIA DE LA REMOCIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LOS FILTROS PERCOLADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD DE SAN MARCOS DE GUATEMALA. Universidad de San Carlos de Guatemala, Pierri Palma, Ileana Felicia- Facultad de Ingeniería, Escuela regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Para Optar al grado académico de maestro en Ciencias de Ingeniería Sanitaria.**

El siguiente trabajo determinó la eficiencia de remoción de los siguientes nutrientes: nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT) de cada una de las tres etapas del Sistema de Filtros Percoladores de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

También determinó el caudal del efluente residual, DBO<sub>5</sub>, DQO,

temperatura y pH; para obtener las propiedades generales del efluente residual y la relación de índice de biodegradabilidad. Adicionalmente, se determinaron parámetros específicos para nitrógeno y fósforo, siendo estos: amonio, amoniaco, nitritos, nitratos y fosfatos en cada módulo de filtración nitrógeno total y fósforo total en la entrada y salida del Sistema de Filtros Percoladores.

La investigación entre los meses de octubre de 2012 y enero de 2013, encontrándose el caudal promedio de 4 en l/s. Los resultados indicaron como promedio de eficiencia en remoción de DBO5 es 79,8 % y de DQO es de 71,82 %. Para amonio es de 69,27 %, nitritos es de 25 %, nitratos es de 54,11 % y fosfatos es de 57,68 %. En el caso de nitrógeno total es de 20,35 % y para fósforo total es de 12,49 %. Alcanzando los valores de remoción a un índice de biodegradabilidad de 0,45.

**EFICIENCIA DE LA REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO POR MEDIO DE UN PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN UTILIZANDO UN PROTOTIPO DE CELDA ELECTROQUÍMICA TIPO BATCH.**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala, Ramírez Ortiz, Alexander Aldemaro, Facultad de Ingeniería, Escuela regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.**

Para el trabajo de investigación se adoptó el diseño experimental fraccional fraccionado, en el que se definió un total de 32 análisis de laboratorio. Este diseño experimental fue escogido porque somete a estudio los efectos producidos por más de dos factores en cada ensayo completo o réplica, lo cual garantiza un ahorro en términos de recursos estadísticos, pues permite alcanzar los mismos resultados con la mitad de las repeticiones que se implementarían con otros métodos. En esta parte se auxilió del software estadístico Statgraphics1.

La investigación se desarrolló sobre la creación de un prototipo de una celda tipo Batch, con condiciones inicialmente aleatorias sobre la creación de soluciones madre. Entendiendo que la metodología propuesta debía de contemplar un análisis aproximado de las condiciones reales, se realizó,

entre otros aspectos, un análisis financiero que da una idea conforme a la eficiencia de remoción de Fe y Mn.

Al haber obtenido las condiciones óptimas de funcionamiento del prototipo luego del proceso estadístico, se presentó una nueva serie de análisis que generaron un grupo de datos que expresan los valores de eficiencia del sistema bajo las condiciones específicas del experimento; en esta última fase las corridas realizadas con agua de una fuente subterránea, en el municipio de Fraijanes.

Del análisis de los datos obtenidos se definieron varias conclusiones, de las cuales se consideran más relevantes: la eficiencia de remoción de Fe es del orden promedio de 45.97 %, lo cual puede ser considerado muy bueno; la eficiencia de remoción de Mn es de 24.27 %, que puede verse como muy eficiente; el análisis financiero definió que la implementación de este modelo requiere un alto costo de mantenimiento sobre todo por el desgaste de placas.

**EVALUACIÓN DEL PROCESO COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE JABONES, DETERGENTES, DENTRÍFICOS Y DESINFECTANTES. Universidad de San Carlos de Guatemala, Gómez Cadenas, Mirna Concepción, Facultad de Ingeniería, Escuela regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Trabajo de Estudio Especial.**

Este trabajo de investigación evaluó el tiempo de retención y gradiente de velocidad en el tratamiento coagulación-floculación de una industria que realiza tratamiento para los efluentes contaminados que proceden de la industria manufacturera de productos de limpieza.

Para ello se utilizó el número de diez muestras de los efluentes contaminados industriales en diversas fechas, para determinar el grado de velocidad y tiempo de retención a través del jar test, indicado según el CEPIS, usando su color inicial como variable para comparar después del tratamiento.

Según los resultados de realizar las pruebas realizadas, el tiempo de floculación usado en la actualidad en la industria de tratamiento en evaluación es de 1.3 minutos, encontrándose por debajo de lo hallado en las pruebas de jarras con 12,9 minutos. Asimismo, el grado de velocidad de la unidad de floculación usado en la actualidad es de  $2 \text{ s}^{-1}$ , en cambio según lo realizado en las pruebas de jarras fue de  $60 \text{ s}^{-1}$  (únicamente cuando se use una unidad de floculación).

Según los estudios de los parámetros operaciones conseguidos a partir de los resultados de la evaluación se comprobó que es posible hallar el tiempo para la retención y los gradientes de velocidad de los efluentes contaminados de la empresa que se dedicaba a realizar tratamientos industriales, incluso cuando la calidad de las mismas no es constante.

**REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN EL AGUA A NIVEL DE LABORATORIO  
APLICANDO COMO MEDIO FILTRANTE ÓXIDO DE HIERRO.  
Universidad de San Carlos de Guatemala, Smith Meléndez, Eduardo  
Francisco, Facultad de Ingeniería, Escuela regional de Ingeniería  
Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Trabajo para Optar el Grado  
académico de maestro en Ingeniería Sanitaria.**

Este es un trabajo investigativo de remoción del arsénico (As) (agua a nivel laboratorio) utilizó el medio filtrante de óxido de hierro llevado a cabo en el Laboratorio de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en aporte para trabajos similares a los países centroamericanos.

En las regiones rurales de estos países centroamericanos existen una gran cantidad de gentes que se abastecen del agua subterránea para su consumo humano, aguas que en ocasiones tienen presente peligrosas concentraciones de As tóxicas al organismo de las personas que la consumen.

El objetivo de esta investigación es disminuir la concentración de As presente en el agua (a nivel de laboratorio) utilizando como tratamiento el medio filtrante de óxido de hierro, para cumplir con los límites máximos permisibles señalados por las normativas de agua potable en los países

centroamericanos.

El experimento se realizó en un sistema de dos filtros interconectados, el medio filtrante del primero removió As y el otro removió hierro cedido por el primero. El pH fue medido antes y durante el proceso y no presentó cambios que alteraran las familias de As.

Los resultados obtenidos al determinarse el As inicial y el residual (después de pasar por el filtro) de las muestras en el Laboratorio Nacional de Salud (LNS) del Ministerio de Salud Pública de Guatemala, confirman la Hipótesis asumida, pues se puede remover el As presente en el agua aplicando el medio filtrante de óxido de hierro.

Las mejores remociones de As en este experimento corresponden a las muestras N- 1 con un rango de entre el 92 y el 99 por ciento.

Cuando no se aplicó As al agua de la Corrida N° 6, el LNS no detectó As en las muestras N-1 al N-3 respectivas. Esto señala que las capas inferiores de arena y piedrín de un filtro normal no retuvieron el As de las primeras corridas por lo que no pudieron cederlo en esta corrida.

**CARACTERIZACIÓN DEL DESAGUE INDUSTRIAL DE LA PASTA DE POTA PARA LA REMOCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA UTILIZANDO UN SISTEMA COMBINADO DE UASB Y LODOS ACTIVADOS.**  
**Universidad Nacional de Ingeniería, De la Cruz Martínez, Luis Alberto, Orellana Rivas, Víctor Herless, Facultad de Ingeniería Ambiental, Tesis para Optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, Lima, Perú 2011.**

El siguiente trabajo tuvo como objetivo de estudiar y hallar la eficiencia de remoción en la carga orgánica. Por ello se realizó dos etapas para la investigación.

La primera etapa es también es llamada “arranque del piloto” o “evaluación previa del piloto” debido a que el principal objetivo fue la determinación de la eficiencia de la planta “piloto” para la remoción de la carga orgánica para un desagüe industrial pesquero. No obstante, se evidenció la existencia de un periodo de veda que no era propicia para disponer de un efluente

industrial pesquero de manera continua y lograr que el “piloto” funcione sin retrasos o contratiempos en la planta y obtenga resultados muy cercanos a la realidad, ante ellos se realizó una segunda etapa en el trabajo de investigación.

Para la segunda etapa de este estudio, una industria cedió su agua residual que llevaba el proceso de elaboración de la pasta pota. Se realizó la caracterización del efluente y hallamos que la carga orgánica era demasiada elevada, la Demanda Bioquímica de Oxígeno sobrepasaba los 6000 mg/l y la Demanda Química de Oxígeno rebasaba los 18 000 mg/l; ante ello se supuso que haciendo uso solo del sistema de lodos activados no sería eficaz para realizar el tratamiento del efluente a estudiar; es por ello que se tomó la opción de adicionar el sistema de UASB, por ser muy eficiente para la remoción de materia orgánica en cargas orgánicas en altas concentraciones.

Se fabricaron la unidad de UASB y un sistema de pre-tratamiento (sedimentador primario) esto debido a que se evidenciaron los parámetros de grasas y aceites y sólidos suspendidos eran demasiado elevados.

El pH fue un parámetro que limitó el tratamiento biológico, porque tenía un valor no mayor a 6, por ello y sabiendo que el sistema de UASB trabaja en un rango de pH entre 6.5 y 7.5, se tomó la decisión de realizar una dilución del efluente industrial, usando desagüe doméstico que la empresa disponía. Se realizaron pruebas a fin de obtener la concentración del efluente industrial de la pasta de pota; Se concluyó que debía iniciar con porcentaje del 25% de dilución y de manera posterior aumentar de manera gradual para su evaluación y lograr la eficiencia en la remoción de la carga orgánica de cada unidad.

En la etapa 2 se estudiaron los parámetros físico-químicos de la temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos y volátiles totales, conductividad, sólidos sedimentables, grasas y aceites, DBO y DQO, turbidez.

Cuando la concentración logró el 100% (tratamiento del desagüe de pota puro), se realizaron análisis de fósforo totales, nitratos y nitrógeno amoniacal.

Finalizando el análisis, a efecto de cumplir con el objetivo de la investigación, se determinó el porcentaje de eficiencia en la remoción de la carga orgánica expresada como DBO y DQO para lograr que el efluente residual de dicha industria pueda disponerlo en el sistema de alcantarillado según las normas peruanas. Se hicieron mediciones de los parámetros de nitratos, fósforos totales, y nitrógeno amoniacal para la concentración del desagüe industrial de la pasta de pota al 100%.

El resultado final de eficiencia en la remoción de fósforos totales fue de 55.2%, en remoción de nitrógeno amoniacal de 47.68% y en remoción de nitratos de 42.68%.

**TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL CON ALTA CARGA ORGÁNICA Y COLOR PROVENIENTES DEL PROCESO DE VINAZA. Universidad Autónoma de Puebla, Centro química y Posgrado de Ciencias Ambientales del Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, Zayas Teresa, Romero Viviana, Meraz Mónica, Sagado Leonardo. México**

El presente trabajo de investigación, realizó el tratamiento fisicoquímico de coagulación/floculación para efluentes de vinaza de industria del ron de caña de azúcar, adicionado con un tratamiento anaerobio previo. El tratamiento de coagulación/ floculación se realizó con sulfato de aluminio, cloruro férrico entre otros, analizados en manera individual y en combinación, variando las dosis y el pH de la vinaza tratada de manera biológica. Se halló la dosis óptima de coagulante que redujo de manera óptima, el color y materia orgánica natural. Se concluye que el floculante más adecuado, para realizar un post tratamiento en los efluentes de vinaza tratada por vía anaerobia es con el cloruro férrico, que obtuvo eficiencias del 99.8% en color y turbidez y 75.2% en la DQO a pH de 8.4.

#### **TRATAMIENTO FÍSICO QUÍMICO DE AGUA RESIDUALES**

**Universidad de Chile, Carrasco Quiroz, Carlos Alberto, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil, Santiago de Chile, abril**

**del 2007.**

En el presente trabajo de investigación, evaluó la factibilidad de alcanzar los límites concentración indicados en DS 90/2000 de Chile, haciendo uso del tratamiento físico químico para aguas servidas.

Por ello se estudiaron cuatro parámetros: DBO5, sólidos suspendidos totales (SST), nitrógeno total (NKT) y fósforo total (P).

Se recopilaron aplicaciones de esta tecnología realizadas en Chile como en otros países, además realizaron prueba de jarras para determinar la dosis óptima de coagulante y caracterizar los lodos que han sido generados.

Para las pruebas de jarras se usaron aguas servidas de las plantas de tratamiento del aeropuerto de Santiago y Santiago Poniente, como coagulante se usó cloruro férrico, pero en momentos de la prueba de jarras se adicionó en conjunto pequeñas dosis de polímero.

Los resultados de laboratorio indicaron que el tratamiento físico químico tuvo una remoción aproximada en 50% de DBO5, 80% de SST, 30% de NKT y 80% de P.

Para los lodos generados en las pruebas de jarras, tuvieron un volumen creciente según la dosis de coagulante suministrado y la concentración de sólidos totales en lodos es menor comparada con lodos generados en otros sistemas de tratamiento. Esto indica que el tratamiento realizado en las aguas servidas se encuentra dentro del límite de concentraciones indicadas en la D.S 90/2000.

Se hizo diseños de plantas de tratamiento físico químico en variadas capacidades, determinándose costos de inversión y operación para cada una de ellas. Los costos de inversión están sujetos a los equipos empleados para ello, mientras que dentro los costos de operación están los químicos utilizados y el manejo de lodos generados.

Se realizó la comparación de costos de inversión y operación de un sistema de tratamiento físico químico y un sistema de tratamiento en base a lodos activados, concluyendo que los costos asociados al tratamiento físico químico son aproximadamente un 50% de los costos de asociados a un sistema de tratamiento en base a lodos activados.



## **1.3 TEORIAS RELACIONADOS CON EL TEMA**

### **1.3.1 EL AGUA Y SUS PROPIEDADES**

Existen diversas definiciones para el término agua (MANAHAN, 2007) define el agua,  $H_2O$ , como un compuesto químico asombroso al que le da la acepción de “verdadero dador de vida” (JENKINS, 2002) mencionan que la palabra agua es utilizada comúnmente como sinónimo de la solución/suspensión acuosa diluida de compuestos orgánicos e inorgánicos que constituyen diversos tipos de sistemas acuáticos.

La Real academia de la lengua española define al agua, en su primera acepción, como “sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales”. Pero sea cual sea la definición tomada, todos los autores concuerdan en que el agua es parte fundamental de la vida; la vida comienza en el agua y se vuelve parte indispensable para la realización de los procesos de los seres vivos (PIETRO BOLIVAR, 2004), funciona como fuente de calor y frío y permite el transporte de los alimentos y nutrientes en los organismos.

#### **1.3.1.1 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA**

En su forma más simple, el agua está compuesta por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno, tiene un peso molecular de 18, pero debido a que tanto el oxígeno como el hidrógeno tienen tres isótopos, existen 18 pesos moleculares posibles del agua. En la molécula del agua ambos átomos de hidrógeno están ubicados del mismo lado del átomo de oxígeno; sus enlaces con el átomo de oxígeno están separados a  $105^\circ$  (MANAHAN, 2007)

Los átomos de hidrógeno tienen una carga positiva neta, mientras que el

átomo de oxígeno tiene una carga negativa, debido a esta distribución de carga, el  $\text{H}_2\text{O}$  es una molécula fuertemente bipolar. Los bipolos de la molécula de agua se atraen entre sí y forman agregados a través de enlaces que se conocen como “puentes de hidrógeno” Estos puentes de hidrógeno conectan las moléculas de agua en la fase líquida y sólida del agua, confiriéndole al agua propiedades especiales como disolvente, sobre todo de compuestos de interés biológico (JENKINS, 2002).

Para (MANAHAN, 2007), la propiedad más especial del agua es su estructura molecular; el agua puede estar formada por asociaciones de moléculas de 2,3 y hasta 12 unidades, estando dotada de una estructura tridimensional fluctuante.

Es conocido que todo compuesto busca su estabilidad química a través de los octetos de electrones, en el agua, este octeto está presente y los electrones se agrupan de dos en dos, obteniendo cuatro electrones compartidos con los átomos de hidrógeno y cuatro electrones libres dispuestos para formar otros compuestos. Estos pares se repelen entre sí, de tal forma que vista la molécula de agua como una esfera, existen 4 electrones dispuestos a su alrededor tan lejos como sea posible, formando entre sí ángulos promedio de  $100^\circ$  (MANAHAN, 2007).

#### **1.3.1.2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

El comportamiento especial del agua se fundamenta en la estructura de las moléculas y la naturaleza de los enlaces que las mantienen unidas. Las diferentes propiedades físico-químicas del agua se atribuyen en su gran mayoría a su naturaleza polar, la asimetría de la molécula y a la capacidad de formar enlaces o puentes de hidrógeno (MANAHAN, 2007).

##### **a. Calor Específico**

Es el calor requerido a fin de aumentar la temperatura de 1g de líquido  $1^\circ\text{C}$ ; el valor estimado para el agua se encuentra entre  $14,5$  y  $15,5^\circ\text{C}$  de 1 caloría. Este valor, aparentemente alto, es debido a que al aumentar la temperatura del líquido, los enlaces de hidrógeno entre las moléculas se rompen muy lentamente, lo que logra estabilizar la

temperatura del agua (MANAHAN, 2007).

b. Calor de Vaporización

Es el calor requerido para llegar a vaporizar 1g de líquido para el agua, se estima un valor de 536 calorías para alcanzar las fuerzas de atracción entre moléculas líquidas para que logren el estado gaseoso (MANAHAN, 2007).

c. Conductividad Eléctrica

Resulta de los movimientos de partículas se encuentran cargadas eléctricamente y responden a fuerzas que actúan sobre estas partículas dentro de un campo eléctrico aplicado. En casi todos los sólidos existe un movimiento de los electrones para la producción de corriente, y a este movimiento de electrones se le denomina conducción eléctrica (MANAHAN, 2007).

d. Densidad

Tiene una densidad aproximadamente igual a la unidad (en concreto, 0,9999 g/cc a 20°C), varía con la concentración de gases disueltos y con la presencia de otras sustancias presentes en el líquido (MANAHAN, 2007).

e. Puentes de Hidrógeno

Los enlaces de hidrógeno en el agua son responsables de muchas de las propiedades poco usuales que presenta esta sustancia. El agua es el dihidruro de oxígeno. Si se le compara con los dihidruros de otros elementos en la misma familia de la tabla periódica que el oxígeno, como el sulfuro de hidrógeno, seleniuro de hidrógeno y el telurio de hidrógeno, se encuentra que muchas de sus propiedades físicas son anómalas (JENKINS, 2002).

ATKINS & JONES (2006) encuentran una especial característica para describir a los puentes de hidrógeno, esta viene a partir del elevado punto de ebullición que presenta el agua, el amoníaco y el fluoruro de

hidrógeno sobre otros compuestos similares que se supone, se debe a la existencia de una fuerza de atracción diferente a las fuerzas de London que gobiernan la mayoría de compuestos binarios y que permiten que el agua sea líquida a temperatura ambiente, cosa que no sucede con otros compuestos similares que son gases en las mismas condiciones.

Se conoce entonces como puente de hidrógeno a aquellos enlaces no covalentes formados a partir de atracción que genera un átomo de hidrógeno ubicado al medio de 2 átomos pequeños que sean fuertemente electronegativos y que tengan pares de electrones libres, específicamente son el oxígeno, el nitrógeno y el flúor (MANAHAN, 2007).

#### f. Polaridad

Según (JENKINS, 2002) la polaridad del agua es un factor importante para determinar sus propiedades como disolvente. Los 20 minerales que forman la corteza terrestre son en su mayoría sólidos inorgánicos en donde los iones de cargas positivas y negativas existen en una estructura reticular unidos entre sí por enlaces electrostáticos. El agua, con su carácter bipolar, tiene el poder de rodear a un ion de carga positiva con la parte negativa de su molécula (o a la inversa, rodear el ion cristalino de carga negativa con la parte positiva de la molécula), aislando por tanto a este ion de los que le rodea y neutralizando las fuerzas de atracción que mantienen la integridad de la estructura cristalina. El ion, rodeado (o hidratado) con moléculas de agua puede dejar el retículo cristalino y desplazarse hacia la solución (se transforma en un ion disuelto), quedando finalmente disuelto. En consecuencia, es el disolvente en los fluidos biológicos como la sangre y la orina; actúa desgastando a los minerales y transportándolos disueltos por la geósfera; transporta los nutrientes a las raíces de las plantas en el suelo y tiene muchos usos industriales (JENKINS, 2002).

#### g. Tensión Superficial

Se denomina a la energía requerida por unidad de área para expandir la superficie del líquido. La superficie de líquido en una cantidad igual al área de una cara de un cubo que contiene una masa de líquido igual a una mol de vapor. En el caso del agua, la energía necesaria para transferir moléculas a la superficie reflejará la rotura de los enlaces de hidrógeno y corresponderá a su tensión superficial (RODRÍGUEZ MELLADO & MARÍN GALVÍN, 1999), esta tiene valores que dependen de la temperatura (MARÍN GALVÍN, 2003), así se puede evidenciar una reducción de 75,5 din/cm a 0°C que es el valor nulo en el punto crítico (El que coexisten los tres estados físicos de la sustancia).

Una molécula en el interior de una masa de agua (cualquier líquido en general) estará rodeada totalmente por otras moléculas de agua y estas serán atraídas en diferentes direcciones con aproximadamente igual intensidad. No obstante, si la molécula está la superficie, será atraída por las moléculas que se hallan situadas en la zona inferior ubicada bajo la molécula en cuestión solamente. (RODRÍGUEZ MELLADO & MARÍN GALVÍN, 1999).

### **1.3.2 CALIDAD AMBIENTAL**

La “calidad ambiental” está definido como un grupo de características que presenta el ambiente, a través de la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos. (MINAM, 2010).

### **1.3.3 AGUA RESIDUAL**

Es toda agua usada y sólidos que por diferentes medios ingresan en los desagües y son transportados por un sistema de alcantarillado.

Hay tres tipos de aguas residuales, que están clasificados según su procedencia como aguas residuales domésticas, municipales o industriales (ROMERO, 1999).

#### 1.3.3.4 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es importante para el tratamiento de las aguas residuales, así como la gestión de la calidad medioambiental (EDDY, 1996)

**TABLA N° 1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS COMUNES DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL**

Tipo	Características
PROPIEDADES FÍSICAS	Color, olor, sólidos
CONSTITUYENTES QUÍMICOS	
Orgánicos:	Aceites y grasas, Agentes tensoactivos, Compuestos orgánicos volátiles.
Inorgánicos:	Alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, pH, fósforo, sulfatos.

(EDDY, 1996)

La determinación de las características del agua residual tratada, se tienen que seleccionarse de manera cautelosa los parámetros a evaluar en la caracterización, esto depende de las legislaciones y decretos regionales, municipales y nacionales, con la finalidad de aprovechar los recursos, para satisfacer los objetivos propuestos. Toda agua residual afecta en alguna manera la calidad del agua del cuerpo receptor (ROMERO, 1999).

**TABLA N° 2 CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA EN EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL**

Contaminantes	Importancia
Sólidos en suspensión	Los SS pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaeróbicas cuando se vierte el agua residual sin tratar al entorno acuático, amén del efecto estético negativo

Materia Orgánica Biodegradable	Compuestos principalmente por proteínas, grasas animales y carbohidratos. La materia orgánica biodegradable se mide en términos de DBO y DQO. Si se descargan el entorno si tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos	Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual.
Nutrientes	Tanto nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento de organismos vivos.
Contaminantes prioritarios	Son determinados compuestos orgánicos clasificados como tales en función de su toxicidad, carcinogenicidad o mutagenicidad conocida.
Materia orgánica refractaria	Esta materia tiende a resistir a los métodos convencionales de tratamiento. Algunos ejemplos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los algunos pesticidas agrícolas (organoclorados).
Metales pesados	Los metales pesados son añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales y puedes ser necesario eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual.
Sólidos inorgánicos disueltos	El calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro por el uso de la agua; es necesario eliminarlos si se

	reutiliza.
--	------------

FUENTE: ROMERO, 1999

### 1.3.3.5 TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

El objetivo en el tratamiento de aguas es la prevención de la contaminación de los cuerpos de agua y de los suelos, a fin de proteger la salud y promover el bienestar de los miembros de la sociedad. (KEMMER, 1989).

Un tratamiento completo de efluente garantiza la remoción de DQO, SS (sólidos suspendidos), agentes patógenos, nitrógeno y fósforo. Para lograr este objetivo son necesarias varias de operaciones unitarias y procesos que pueden resumirse en pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario (ROMERO, 1999).

De la caracterización inicial de los efluentes se determina el tipo de tratamiento al que deben someterse; el parámetro más significativo para seleccionar el tipo de tratamiento al que se someterá es la DQO. Si la DQO de entrada a la planta de tratamiento es menor a 150ppm sólo se utilizará un tratamiento primario, para DQO mayores es necesaria la instalación de plantas de tratamiento complejas que incluyen tratamiento primario, secundario y hasta tratamiento terciario, de ser necesario. Siempre debe evaluarse la factibilidad económica del proceso (CLARIANT, 2000)

TABLA N° 3 ETAPAS PRINCIPALES PARA EL TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES

TIPO DE TRATAMIENTO	PROCESO UNITARIO
PRIMARIO	Cribado o desbrozo Sedimentación Flotación Separación de aceites Homogenización Neutralización



SECUNDARIO	Lodos activos Aireación prolongada Estabilización por contacto Modificaciones del sistema convencional de lodos activos Lagunaje con aireación Estabilización por lagunaje Filtros biológicos (percolados) y discos biológicos Tratamiento anaerobios
TERCIARIO	Microtamizado Filtración Precipitación, coagulación y floculación Adsorción Ósmosis inversa Electrodiálisis Cloración y ozonización Procesos de reducción de nutrientes Intercambio iónico

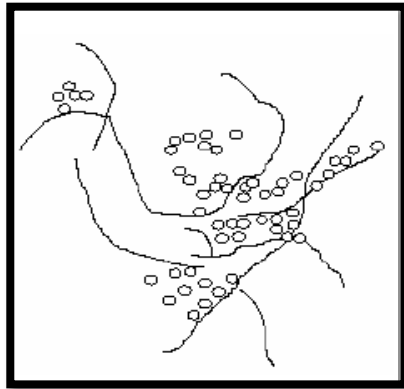
FUENTE: ADAPTADO DE RODRÍGUEZ, 1996

Los procedimientos más óptimos para el tratamiento de efluentes acuosos son los que tienen la propiedad eliminar los compuestos contaminantes residuales o convertirlos en materiales no dañinos para el hombre y el ambiente, en costos bajos (RODRÍGUEZ, 1996).

#### 1.3.4 FLOCULACIÓN

Proceso que continua de la coagulación, que trata en la agitación de la masa y permite aglomerar los flóculos, a fin de aumentar en tamaño y peso requerido para sedimentar con mayor facilidad. (CASAS REYES, JOSE VICENTE, 1992).

## GRÁFICO N° 1 AGLOMERACIÓN DE PARTÍCULAS COLOIDALES EMPLEANDO FLOCULANTES



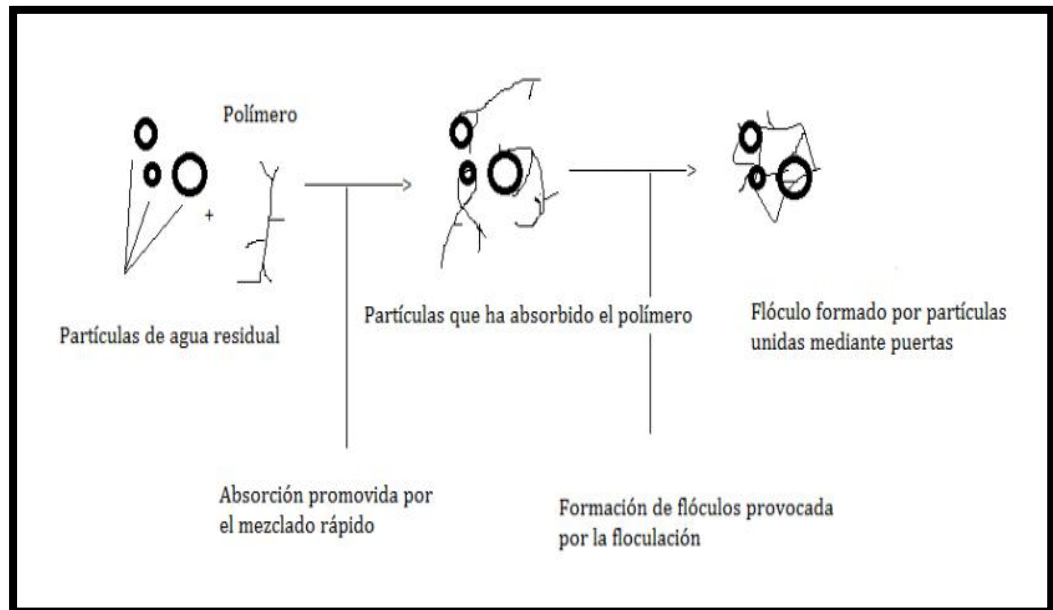
Fuente: Google Aglomeración de partículas coloidales empleando floculante.

La forma de acción de los polielectrolitos amónicos o neutros, es la adhesión a la superficie de las partículas del efluente, no depende de las cargas superficiales de las partículas y hace más estable al proceso debido a que no depende de las variaciones de pH (BROSTOW, 2009).

Para lograr la agregación de partículas se debe reducir las cargas o superar el efecto de estas. Esto se realiza mediante diferentes tipos de mecanismos, la adición de iones que determinen el potencial, los cuales serán absorbidos o reaccionaran con la superficie o la adición de electrolitos, la adición de moléculas orgánicas de cadena larga cuyas subunidades sean ionizables; estos son llamados polielectrolitos, generadores de la eliminación de partículas a través de la absorción y la creación de puentes entre ellos; y la adición de productos químicos que formen iones metálicos hidrolizados.

Los Polielectrolitos se dividen en dos categorías: naturales y sintéticos. Los naturales son polímeros de origen biológico y derivados de almidón. Los sintéticos consisten en monómeros simples que se hacen polimerizar para formar sustancias de alto peso molecular. Según el signo de la carga en el momento de introducirlos al agua existen polielectrolitos anicónicos, catiónicos o no iónicos (METCALF & EDDY, 1995)

## GRÁFICO N° 2 ESQUEMA DE FORMACIÓN DE PUENTES ENTRE PARTÍCULAS EN PRESENCIA DE POLÍMEROS ORGÁNICOS



FUENTE: METCALF & EDDY, 1995

### 1.3.4.1 PARÁMETROS DE LA FLOCULACIÓN

Los parámetros que se caracterizan la floculación son los siguientes:

- Floculación Ortocinética; se da por el grado de agitación proporcionada ya sea mecánica o hidráulica.
- Gradiente de Velocidad; es la energía requerida para producir una mezcla.
- Número de colisiones; es el choque entre microfloculos.
- Tiempo de retención; es el tiempo que permanece el agua en la unidad de floculación.
- Volumen de lodos; flóculos formados (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

#### **1.3.4.2 FLOCULANTES**

Los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy elevados. Estos floculantes pueden ser de naturaleza: mineral, orgánico natural y orgánico de síntesis (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

##### **a) Floculantes Minerales**

Se hallan en la sílice activada, que es el primer floculante empleado, que debe ser preparado antes de ser empleado. (Caso Atarjea en los años 70 – 80, se utilizó en el tratamiento de agua) (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

##### **b) Floculantes Orgánicos Naturales**

Son polímeros naturales extraídos de sustancias animales o vegetales (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

Los alginatos, cuya estructura polimérica son:

- Los ácidos manuránicos y.
- Los ácidos glucónico.

##### **c) Floculantes Orgánicos de Síntesis**

Son macromoléculas de una gran cadena, obtenidos por asociación de monómeros sintéticos con masa molecular elevada de 106 a 107 gr./mol, estos se clasifican de acuerdo a la ionicidad de los polímeros: - Aniónicos (generalmente copolímeros de la acrilamida y del ácido acrílico). - Neutros o no iónicos (poliacrilamidas). - Catiónicos (copolímeros de acrilamidas + un monómero catiónico) (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

#### **1.3.4.1 FACTORES QUE AFECTAN LA FLOCULACIÓN**

La floculación está supeditada por diferentes factores que determinan su eficacia en el proceso de separación de la fase sólido/líquido (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

Dichos factores son:

### 1) Dosis óptima de polímero:

Para las diferentes concentraciones de sólidos, todo polímero que se añade es adsorbido sobre los mismos.

El punto a partir del cual el polímero no es totalmente adsorbido corresponde a la dosis óptima, que será la cantidad máxima de polímero que puede ser adsorbido sobre el sólido, que lleva a producir un sistema floculación (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

### 2) Agitación:

La agitación adecuada es necesaria tanto en la dosificación del polímero como en el proceso de formación y engorde del flóculo.

La agitación rápida favorece, además, un mayor número de colisiones entre las partículas y las cadenas de polímeros asegurando la floculación total entre las partículas y las cadenas de polímeros asegurando la floculación total de los coágulos.

Una vez iniciada la floculación, conviene reducir la velocidad de agitación para evitar efectos de cizalladura que produzcan la rotura de los flóculos.

De cualquier modo, es necesario siempre un óptimo estado de agitación para lograr que las partículas se acerquen lo suficiente para formar puentes de enlace y formar los agregados (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

### 3) Peso molecular del polímero

Es una de las diferentes propiedades que logran caracterizar a un polímero y obtener la eficacia mediante el proceso de floculación.

Cuando se hace uso de un polímero de bajo peso molecular se crea una tendencia por parte de cada molécula a ser adsorbida por una única partícula. Con un polímero del mismo tipo, pero de mayor peso molecular se produce un aumento en la relación óptima polímero/sólidos, es decir, mayor número de moléculas pueden ser adsorbidas y utilizadas por las partículas.

Con un aumento del peso molecular se optimiza la dosis de

polímero y se incrementa la velocidad de decantación (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

4) Concentración de sólidos:

La estabilidad de los flóculos aumenta en conjunto de la densidad de los sólidos, porque al aumentar la probabilidad de juntar flóculos rotos.

Sin embargo, para suspensiones de altas concentraciones, la rapidez de sedimentación es muy lenta por la corriente ascendente del fluido desalojado, generando un equilibrio entre ambos fenómenos (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

5) Superficie de los sólidos:

La dosis óptima de floculante es proporcional a la superficie específica del sólido; es decir al aumentar de tamaño de la partícula se reduce la dosis de floculante (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

6) Efecto de la temperatura:

Existe la probabilidad de que el aumento de temperatura ayuda al proceso de floculación. Pero esto no siempre sucede, debido a que la velocidad de difusión del floculante y de colisión de partículas es mayor, la adsorción es menor por ser exotérmica (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

7) Efecto del pH:

El pH puede afectar a la cantidad y tipo de cargas presentes en la superficie de los sólidos, así como la cantidad de carga libre que configura el polímero en disolución.

Asimismo, la variación en la ionización en el polímero determina el grado de creación de puntos de enlace entre partículas y moléculas lo cual puede anular la eficacia de un polímero en un rango de pH.

La efectividad de los polímeros varía en función del rango del pH:

- a) Los polímeros Aniónicos, normalmente, más efectivos a pH entre 7 y 14.
- b) Los no iónicos son capaces de adsorber las partículas positivas y negativas, siendo, en general, muy eficaces a pH 6, si bien algunos también operan entre 6 y 10.
- c) Finalmente, los catiónicos suele actuar entre pH 4 y 8 (ANDÍA CARDENAS, Abril, 2000.)

### **1.3.5 SEDIMENTACIÓN**

La sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad, de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Es una de las operaciones más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales (EDDY, 1996)

### **1.3.6 PRUEBA DE JARRAS.**

La prueba más representativa para determinar el comportamiento de los coagulantes y floculantes a escala pequeña es el ensayo de “Prueba de Jarras”.

Es un método de simulación de los procesos de coagulación y floculación, realizado a nivel de laboratorio. (Manual de tratamiento químico del agua, 2005)

La importancia de este proceso de determinación de la dosis óptima a través de la medición de variables físicas y químicas de la coagulación, floculación y sedimentación, tales como; elección de coagulante, pH óptimo, gradientes, tiempos de mezcla rápida, correlación de las velocidades de sedimentación, eficiencia de remoción, etc. (Manual de tratamiento químico del agua, 2005)

Durante el proceso intervienen los factores químicos e hidráulicos. Entre ellos:

- a) pH
- b) Temperatura
- c) Concentración de coagulante

- d) Secuencia de aplicación de las sustancias químicas
- e) Grado de agitación
- f) Tiempo de sedimentación

El parámetro pH tiene una gran importancia para el estudio de fenómenos de coagulación- floculación, es así como una parte de la carga de las partículas coloidales que han absorbido iones  $\text{OH}^-$ , queda destruida por un aumento de la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  que ocasiona una disminución de la estabilidad de la suspensión coloidal. Para sales de hierro la zona de PH es mucho más amplia, alcanzándose el mínimo de solubilidad a  $\text{pH} > 5$  (WATER POLL, 1983)

#### **1.3.7 FLOCULANTE N- 300**

Es un Floculante no iónico con gran efectividad, es un tipo de Poliacrilamida (PAM) seca, catiónica.

Ayuda de manera eficaz a los sólidos en procedimientos de deshidratación y clarificación de agua con gran velocidad para diferentes tratamientos de industrias. Estos muestran un portentoso trabajo en las separaciones sólido-líquido en un amplio rango de condiciones (MARTINA COVARRUBIAS, 2010)

##### **a) Beneficios**

- Este floculante reduce el espacio de para su almacenamiento.
- Es económico, eficaz en dosis pequeñas.
- Altamente eficaz para la remoción de sólidos.
- Efectivos en un amplio rango de pH, no modifica el pH del sistema.
- Reduce o eliminan el uso de sales inorgánicas.
- Gran estabilidad de almacenamiento.
- Sedimentación rápida.



## b) Dosificación del Producto

Las soluciones madre se pueden preparar con una concentración de hasta un 0.5% a través de una unidad de preparación automatizada o por lotes. Las soluciones se deben dejar añejar unos 30 a 60 minutos para lograr la máxima eficacia. Se debe utilizar agua de alta calidad. El agua de la dilución secundaria debe añadirse a la solución madre justo antes de prepararla, al menos en una fracción de 10:1. También se tienen que evitar bombas centrífugas en la transferencia de polímeros. (MARTINA COVARRUBIAS, 2010)

**GRÁFICO N° 3 PROPIEDADES DEL N-300**

Productos*	N-100	N-300LMW	N-300
<b>Propiedades típicas</b>			
Apariencia	Polvo granular blanco		
Grado de Carga, %	< 2	< 1	< 1
Peso molecular relativo	Alto	Medio	Alto
Densidad a granel, kg/m <sup>3</sup>	750 ± 50	750 ± 50	750 ± 50
pH de solución al 0.5%, 25 °C	5.0 - 7.0	5.0 - 7.0	5.0 - 7.0
Viscosidad, cps:			
0.10%	10	5	10
0.25%	30	10	30
0.50%	125	30	100
<b>Especificaciones de venta del producto</b>			
Insolubles, % w/w (método BD 37)	0.5 máx.	0.5 máx.	0.5 máx.
Acilamida residual, % (método BD 52)	0.050 máx.	0.050 máx.	0.050 máx.
PWG <sup>***</sup> acilamida residual, % (método BD52)	0.020 máx.	0.020 máx.	0.020 máx.
Viscosidad estándar, cps (método 20, 20A, 21)	3.8 - 5.2	2.2 - 2.7	3.8 - 5.2
<b>Permisos normativos (las siguientes denominaciones cumplen estos requisitos normativos)</b>			
Control del inventario químico	Véase la Hoja de Seguridad		
NSF International	-	N-300LMW	N-300
Máximo nivel de uso	-	1 mg/L	1mg/L
Drinking Water Inspectorate (UK)	N-100PWG	-	N-300PWG
CEN (EN 1407)	N-100PWG	-	N-300PWG
FDA (21 CFR 173.5 – azúcar)	N-100	N-300LMW	N-300

\* Nota: Estos productos están disponibles. Solicite a nuestro representante de Kemira información sobre otros productos que tal vez no se hayan mostrado aquí.  
 \*\*\* Grado potable.

FUENTE: file:///C:/Users/usuario/Desktop/antecedente%20de%20superfloc%20n300.pdf

### 1.3.8 SUPERFLOC C-581

El Superfloc C-531 es un polímero catiónico con diferentes pesos moleculares.

Son coagulantes primarios y agentes de neutralización muy eficaces para carga en procesos de separación líquido - sólido en una amplia variedad de industrias. (MARTINA COVARRUBIAS, 2010)

### a) Beneficios

- Este producto puede ser adicionado de manera directa.
- Es económico, bajo nivel de dosis.
- Efectivos en un amplio rango de pH, no modifica el pH del sistema.
- Reduce o eliminan el uso de sales inorgánicas.
- Alta solubilidad a cualquier concentración.
- Rango amplio de peso molecular para aplicaciones específicas.

### b) Dosificación del Producto

Para la dosificación del producto estos deben ser alimentados al sistema mediante una bomba de desplazamiento positivo resistente a la corrosión. Para la obtención de eficacia máxima se debe agregar agua de dilución hasta lograr una proporción igual o superior a 10:1. (MARTINA COVARRUBIAS, 2010).

**GRÁFICO N° 4 PROPIEDADES DEL SUPERFLOC C-581**

Carácter químico	Poliamina Catiónica					
Apariencia	Líquido incoloro a ámbar					
Carga relativa	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
Peso molecular	Muy Bajo	Alto	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto
Gravedad específica a 25 °C	1.14 - 1.18	1.14 - 1.18	1.14 - 1.18	1.14 - 1.18	1.14 - 1.18	1.14 - 1.18
Sólidos totales	49.0 - 51.0	49.0 - 51.0	49.0 - 52.0	49.0 - 52.0	49.0 - 52.0	49.0 - 52.0
Viscosidad (cp / mPa.s)	20	2500	100	300	800	5000
pH	7.5 - 8.5	4.0 - 7.0	4.0 - 7.0	4.0 - 7.0	4.0 - 7.0	4.0 - 7.0
Punto de congelación	-18 °C (0 °C)					
Punto de inflamación	> 93 °C (> 200 °F)					

\*Nota: Estos productos están disponibles. Solicite a nuestro representante de Kemira información sobre otros productos que tal vez no se hayan mostrado aquí.

FUENTE: [http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/SUPERFLOC%20C-500\(L\).PDF](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/SUPERFLOC%20C-500(L).PDF)

### **1.3.9 DECRETO SUPREMO N° 001- 2015- VIVIENDA**

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, establece que el Ministerio es el órgano rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, que son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional; Que, con Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinas, equipos y garantizar su funcionamiento óptimo, así salvaguardar de manera sostenible de los sistemas de alcantarillado y tratamientos de diferentes aguas residuales;

**Artículo 1.-** Se modifica el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de efluentes residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario Modificándose los artículos 2, 4, 5, 7, 8 y el Anexo N° 2 del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, los cuales quedarán redactados con el texto siguiente:

**Artículo 2.-** Aprobación de los Valores Máximos Admisibles (VMA) para el sector saneamiento Apruébese los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 que forman parte integrante de la presente norma.

Los usuarios no domésticos cuyas descargas sobrepasen los valores contenidos en el Anexo N° 1, deberán efectuar el pago adicional por exceso de concentración, conforme a lo establecido por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS, pudiéndose llegar en los

casos que se establezca en el Reglamento, incluso a la suspensión del servicio de alcantarillado sanitario.

Los parámetros contenidos en el Anexo N° 2 no pueden ser sobrepasados. (DECRETO SUPREMO 001- VIVIENDA 2015)

**Artículo 4.-** Pago por exceso de concentración en la descarga de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario (DECRETO SUPREMO 001- VIVIENDA 2015)

**Artículo 8.-** Actualización de los VMA El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento se encuentra autorizado a modificar los Valores Máximos Admisibles a través de una Resolución Ministerial. Para tal efecto, la Dirección de Saneamiento de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento, o la que haga sus veces, evaluará y, de ser el caso, sustentará la modificación y actualización de los parámetros de los Valores Máximos Admisibles, señalados en los Anexos N° 1 y N° 2, previo análisis y estudio técnico efectuado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, o las EPS o las entidades que hagan sus veces, de acuerdo a la caracterización del tipo de descarga no doméstica vertida a los sistemas de alcantarillado”. (DECRETO SUPREMO 001- VIVIENDA 2015)

**TABLA N° 4 ANEXO N° 1 DEL DECRETO 001- VIVIENDA 2015**

ANEXO N° 1	
Parámetro	Valores máximos admisibles
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)</b>	500 mg/Lt
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1000 mg/Lt
Sólidos Suspendidos Totales	500 mg/Lt
Aceites y Grasas	100 mg/Lt

Fuente: Anexo N° 1 del Decreto Supremo 001 de Vivienda – 2015

### **1.3.9.1 DEFINICIONES**

#### **a) Aceites y grasas**

Sustancias no solubles en agua y en líquidos tienen menor densidad y solubles con disolventes orgánicos como nafta, éter, benceno y cloroformo, manteniéndose en la parte superficial de las aguas residuales generando natas y/o espumas. (DECRETO SUPREMO 001-VIVIENDA 2015)

#### **b) Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)**

Cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para estabilizar la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (5 días y a 20° C). (DECRETO SUPREMO 001- VIVIENDA 2015)

#### **c) Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Medida de la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. (DECRETO SUPREMO 001- VIVIENDA 2015)

### **1.3.9 EFICIENCIA**

La eficiencia es un concepto que posee diferentes definiciones, pero que se basa en una sola esencia, la cual es la utilización de menos recursos para el completo logro de objetivos. Así, diferentes autores han aludido a este término, siendo el más conocido talvez, el definido como el óptimo de Pareto, según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B si y sólo si con la segunda al menos un individuo mejora y nadie empeora (FUENTES-PASCUAL, 2000), otros autores, definen los parámetros que deben de tomar en cuenta dentro de la determinación de la eficiencia.

### **1.3.9.1 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA**

Es calcular la eficiencia de “algo” teniendo un parámetro de referencia, considerando como referencia eficiente la mejor práctica observada entre la muestra de individuos en estudio, calculando los índices de eficiencia de cada una en comparación con las que presentan un mejor comportamiento. Desde este sentido, la eficiencia de un individuo se medirá como el porcentaje de logros alcanzado por este en referencia al que mejor comportamiento presenta. (BARRIOS-CASTILLO, 2007)

### **1.3.10 EFICIENCIA DE REMOCIÓN**

La eficiencia de remoción de carga contaminante en un sistema de tratamiento de aguas residuales viene dada por:

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema [%]

S: Carga contaminante de final

S<sub>o</sub>: Carga contaminante de inicial

Existen bastantes factores que afectan las eficiencias de remoción de efluentes contaminados que afectan el tratamiento.

## **1. 4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581 para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015?

### **1.4.1 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la eficiencia del Superfloc N- 300 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015?
- ¿Cuál es la eficiencia del Superfloc C-581 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015?

## **1. 5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El presente trabajo de investigación busca determinar que Floculante es el más indicado para la eficiencia para el mejoramiento de los efluentes industriales procedentes de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, debido a que las aguas residuales industriales tienen diferentes tipos de concentraciones debido al tipo de industria, El efluente residual que se analizó tiene exceso de concentración en los parámetros físico – químicos, que no debe sobrepasar los valores Máximos Admisibles según el D.S N° 001 – VIVIENDA, donde establece que los usuarios del servicio de alcantarillado que efectúen descargas de aguas residuales no domésticas en las redes deberán efectuar un pago adicional por el correspondiente exceso. Asimismo, encarga a la SUNASS la elaboración de la Metodología para la determinación de los pagos adicionales por exceso de concentración respecto de los Valores Máximos Admisibles (VMA).

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1. General**

Determinar la eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581 para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015.

### **1.6.2 Específicos**

- Evaluar la eficiencia del Superfloc N- 300 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015.
- Evaluar la eficiencia del Superfloc C-581 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015.

## **1.7 HIPÓTESIS**

- El Superfloc N-300 y Superfloc C-581 son eficientes para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015.

### **1.7.1 HIÓTESIS ESPECÍFICAS**

- El Superfloc N-300 es eficiente para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015
- El Superfloc C-581 es eficiente para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015.



## **II. MÉTODO**

### **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Investigación es Cuasi experimental, ya que los datos son obtenidos por observación de fenómenos condicionados, en donde se manipula una sola variable y se espera la respuesta de otra variable.

### **2.2. Variables**

#### **a) Variable Independiente**

Eficiencia del N-300 y C-581

#### **b) Variable Dependiente**

Remoción de efluentes Industriales

## 2.2.1 Operacionalización de variables

TABLA N° 5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	CONCEPTO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581	Eficiencia definido como el óptimo de Pareto, según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B, solo con segunda al menos un individuo mejora y nadie empeora. (FUENTES-PASCUAL, 2000)	Se utilizará el método de Jarras para determinar la eficiencia de remoción, con una muestra de 1000 ml del efluente, añadiendo las dosis de 8ml, 10ml y 12ml de Superfloc N-300 y C-581, a una velocidad de 100RPM y luego a 40RPM y dejarlo sedimentar por 30 min.	Eficiencia Superfloc N-300	Dosis	ml
				prueba de jarras	
			Eficiencia Superfloc C-581	Dosis	ml
				prueba de jarras	
mejoramiento de parámetros químicos	Son aquellos procesos que tienen como objetivo la eliminación de los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales. (Ruiz, 2012, p. 1)	Se hallará la concentración final de los parámetros químicos y el grado de remoción para conocer el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial.	concentración final de los parámetros químicos	DBO	mg/l
				DQO	mg/l
				Aceites y grasas	mg/l
			Grados de remoción	Porcentaje de remoción	%
				Valores máximos admisibles del Decreto Supremo 001 de vivienda-2015 como referencia	VMA

## **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 Población**

El Efluente industrial que proveniente de las actividades de mantenimiento de maquinaria pesada en Lima, Cercado de Lima en el año 2015 con un caudal de 13.206 m<sup>3</sup>/día

### **2.3.2 Muestra**

El Efluente industrial es proveniente de las actividades de mantenimiento de maquinaria pesada. El criterio de la selección de muestras es tomado de la poza de sedimentación que cuenta la empresa que tiene un caudal regular, para ello se tomará la muestra las tres primeras semanas del mes de octubre, los parámetros tomados para estudio son Demanda Química de oxígeno, Demanda Biológica de Oxígeno, Aceites y grasa, que son los principales problemas que tiene el efluente.

La muestra a tomar fue de 7 litros; para realizar el análisis a través del Método de Jarras.

### **2.3.3 Unidad de análisis**

Efluente industrial

### **2.3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN**

#### **Criterios de inclusión:**

Las muestras del Efluente industrial fueron recogidas a partir de las 4:00pm. a 5:00 p.m.

#### **Criterios de Exclusión:**

No se excluirá nada del efluente

## **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

Para tomar las muestras se usó 2 fichas de registros, la cual nos permitió verificar los puntos de toma de muestras y valores reales.

Técnicas:

- Visita de campo
- Determinar el punto a muestreo
- Recolección de muestras
- Análisis de laboratorio

Instrumentos:

- Equipos de laboratorio
- Ficha de registro

## **2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

El método de análisis de datos del presente estudio se realizará mediante la elaboración de histogramas y prueba estadística respectiva mediante el Software SPSS 22.

### **2.5.1 ANÁLISIS DE LABORATORIO**

#### **2.5.1.1 Prueba de jarras**

La prueba de jarra es la técnica más usada para determinar la dosis 8ml/lde los floculantes N-300 y C-581 para las muestras de efluente industrial.

##### **2.5.1.1.2 Equipos y materiales**

- Equipo de jarras (Jar test)
- 6 Beakers de 1000 ml.
- Probeta de 1000 ml

##### **2.5.1.1.3 Reactivos**

- Ácido clorhídrico (para neutralizar la muestra)
- Floculante Superfloc N- 300
- Floculante Superfloc C-581

#### **2.5.1.1.4 Descripción del procedimiento**

##### **1. Primera Etapa**

Se realizó una Pre muestra para identificar la dosis de la siguiente manera:

- Se tomará un primer análisis para determinar la concentración de los parámetros Fisicoquímicos y biológicos: Demanda química de oxígeno, Demanda biológica de oxígeno, Aceites y grasas.

##### **2. Segunda Etapa**

Fueron tomadas de 3 muestras para cada una de uno de los floculantes (3 para hacer uso del Superfloc N- 300 y 3 para hacer uso del Superfloc C- 581) con 3 repeticiones.

##### **3. Tercera Etapa**

Las muestras de 1000ml serán incorporadas en el equipo de floculación del laboratorio de la Universidad César Vallejo, tomando en cuenta las velocidades siguientes:

- Para la mezcla rápida la velocidad de 100 RPM durante el tiempo de 3 minutos,
- Luego se cambiará la velocidad de a 40RPM, durante el tiempo de 30 minutos,
- Añadiendo la cantidad de floculante Superfloc N- 300 y Superfloc C- 581 de 8ml, 10ml, 12ml

##### **4. Cuarta etapa**

Se hará un seguimiento del tiempo y la cantidad administrada para obtener la información sobre el comportamiento del Superfloc N- 300 y Superfloc C-581 sobre las muestras del efluente Industrial.

##### **5. Quinta etapa**

Se realizará el análisis de los parámetros físico químico y biológico

después de la floculación.

### **2.5.1.2 pH**

El pH es uno de los factores de mayor importancia y efecto sobre el proceso de coagulación-floculación, pues afecta la solubilidad de los compuestos formados, así como la carga sobre las partículas coloidales y el tiempo requerido para la formación de floc, ya que existe una zona de pH donde se produce una buena floculación en corto plazo

#### **2.5.1.2.1 Equipos y materiales**

- pH-metro
- Beakers de 1000 ml.
- Agitador magnético.
- 2 Barras de agitación

#### **2.5.1.2.2 Descripción del procedimiento**

Con el pH- metro se procedió a tomar el pH al inicio y luego al final de la floculación

### **2.5.1.3 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)**

La demanda Bioquímica de Oxígeno se analizó al inicio y también al final de la floculación, para determinar el grado de remoción.

La DBO5 se determinó por el método de Winkler

#### **2.5.1.3.1 Equipos y materiales**

- Incubadora
- Balanza analítica
- Estufa
- Botella winksler
- Probeta
- Buretas
- Pipetas
- Vasos de precipitación
- Matraz
- Balones aforados

- Termómetro

#### **2.5.1.3.2 Reactivos**

- Solución Buffer de fosfato
- Solución Cloruro de calcio
- Solución sulfato de magnesio
- Solución cloruro férrico

#### **2.5.1.3.3 Descripción del procedimiento**

- Se llenó dos botellas de DBO con la muestra, se tapó y sello cuidadosamente sin dejar burbujas.
- La botella de DBO D1 se mide en mismo día y la botella de DBO D2 se incuba por 5 días a una temperatura de 20° C a oscuridad.
- Medimos oxígeno disuelto (D1) por el método de Winkler:
  - ✓ Se llenó con muestra la botella Winkler hasta que rebose y luego se tapó teniendo cuidado de evitar introducir burbujas de aire.
  - ✓ Se agregó 2ml de la solución de  $\text{MnSO}_4$  sulfato manganoso (reactivo I) a la muestra en la botella, seguido de 2mL del reactivo de álcali-yoduro-nitrato (reactivo II); se procedió a tapar cuidadosamente para evitar globos de aire y se mezcló varias veces por inversión de la botella. De este modo, distribuiremos uniformemente el precipitado formado.
  - ✓ Una vez que el precipitado se ha sedimentado, se añadió 2 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado (reactivo 3), se vuelve a tapar y mezclar varias veces por inversión de la botella, hasta disolución completa, hasta aquí ya está fijado el oxígeno disuelto.
  - ✓ Se midió en una probeta de 200 ml de la disolución y luego se vertió en un matraz Erlenmeyer.

- ✓ Se tituló con solución 0.0250 N hasta alcanzar un color amarillo pálido se adiciono 1 ml de solución de almidón y se continuo la titulación hasta la primera desaparición de color azul, no se toma en cuenta las siguientes recoloración debido a efectos calíticos de sustancias interfentes.
- ✓ Se registró el gasto el volumen gastado de tiosulfato de sodio.
- ✓ Calculo:

$$\frac{mg}{L} O_2 = \frac{\text{Gasto} \times \text{Normalidad del Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 8000 \times \text{Volumen de la botella}}{\text{mL de muestra valorada} \times (\text{Volumen de la botella} - 2)}$$

- Pasado los 5 días se mide oxígeno disuelto aplicando el mismo método anterior.
- Calculo DBO:

$$DBO_5 = (D1 - D2)/(P)$$

Dónde:

D1: oxígeno disuelto inicial en mg/L de la muestra

D2: oxígeno disuelto en mg/L, al quinto día de la incubación a 20°C.

P: muestra de disolución (1/300 en este caso)

#### 2.5.1.4 Demanda Química de oxígeno (DQO)

La DQO se determinó por el método de Colorimétrico.

##### 2.5.1.4.1 Equipos y materiales

- Equipo Colorímetro



#### **2.5.1.4.2 Reactivos**

- Viales

#### **2.5.1.4.3 Descripción del procedimiento**

- Se homogenizó 500m ml de la muestra de agua.
- Se trabajó con los viales de DBO, en la cual se le agrego 2ml de la muestra, tapamos el vial y lo invertimos varias veces, para mezclar el contenido.
- Preparamos un blanco.
- Se colocó el vial en el reactor a temperatura de 150°C por 2 horas, luego apagamos el reactor y esperamos 20 minutos. Para que el vial llegue a una T 120 °C.
- Luego lo llevamos al colorímetro y anotamos los resultados

#### **2.5.1.6 Aceites y Grasas**

En la determinación de grasas y aceites no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica; se determinan grupos de sustancias con características físicas similares con base en su solubilidad en el solvente. Así, el término "grasas y aceites" comprende cualquier material recuperado como una sustancia soluble en el solvente (n-hexano).

##### **2.5.1.6.1 Equipos y materiales**

- Balanza analítica
- Estufa
- Pinzas, metálicas.
- Vaso de precipitado de 50 mL (6)
- Peras de pirex

##### **2.5.1.6.2 Reactivos**

- Hexano

##### **2.5.1.6.3 Descripción del procedimiento**

- Se llevó los bikers a la estufa a una Temperatura de 105°C por 2 horas y luego se pesó en una balanza analítica

- Se homogenizo la muestra y luego se trasvaso 200ml de la muestra a una pera y se añadió 50 ml de hexano, agitándolo por 2 minutos.
- Se dejó separar las capas y dreno la capa de disolvente a un Erlenmeyer.
- La copa de solventes orgánicos se recogió en el biker (pesado anteriormente), se lleva nuevamente a la estufa a una temperatura de 105° C hasta que el solvente se evapore. Para luego proceder a pesar en la balanza analítica.

Cálculo:

$$AG = [P2-P1] * 1000 / V$$

Dónde:

P2= Peso Inicial del Biker + El Residuo

P1= Peso Inicial del Biker

V= Volumen de la muestra

### III. RESULTADOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

##### 3.1.1 PRUEBA INICIAL DEL EFLUENTE SIN TRATAMIENTO EN EL LABORATORIO CÉSAR VALLEJO

Se realizó un análisis para medir los parámetros de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Aceites y grasas y como indicar el Potencial de hidrógeno (pH) en el laboratorio de la Universidad César vallejo para conocer su nivel de concentración inicial, luego se tomó como referencia los Valores máximos Admisibles del Decreto 001 – VIVIENDA -2015.

**TABLA N° 6 DATOS DE ANÁLISIS INICIAL DE LA MUESTRA DEL EFLUENTE**

SEMANA	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ACEITES Y GRASA	POTENCIAL DE HIDRÓGENO
1	30983,30 mg/l	1956,90 mg/l	5307,42 mg/l	11.15 mg/l
2	30983,12 mg/l	1956,95 mg/l	5307,46 mg/l	11,10 mg/l
3	30984,41 mg/l	1957,30 mg/l	5308,51 mg/l	11,13 mg/l

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°6 que hace referencia a los análisis iniciales de los parámetros Fisicoquímicos, se evidencia que las concentraciones de los parámetros que demuestra que el efluente se encuentra por encima de los valores máximos permisible del decreto 001- vivienda -2015 que se ha tomado como referencia.

**TABLA N° 7 COMPARACIÓN COMO REFERENCIA CON EL DECRETO 001 – VIVIENDA – 2015**

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (semana 1)	VALOR INICIAL (semana 2)	VALOR INICIAL (semana 3)	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	1956,90 mg/l	1956,95 mg/l	1957,30 mg/l	500 mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	30983,30 mg/l	30983,12 mg/l	30984,41mg/l	1000mg/l
Aceites y Grasas	5307,42 mg/l	5307,46 mg/l	5308,51 mg/l	100 mg/l
Potencial de Hidrógeno (pH)	11.15 mg/l	11,10 mg/l	11,13 mg/l	6 - 9

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 7 se toma como referencia los Valores Máximos Admisibles del Decreto 001-VIVIENDA -2015, donde se observó que las concentraciones al inicio se encuentran por encima de los Valores Máximos Admisibles.

### 3.1.2 TRATAMIENTO CON FLOCULANTES

#### 3.1.2.1 FLOCULANTE N-300

En la Prueba N° 1 se realizó la Prueba de Jarras haciendo uso de las dosis de 8ml, 10ml y 12ml del Floculante N-300 y posteriormente se realizó los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Aceites y Grasas y pH como indicador para conocer la concentración final del efluente tratado con el floculante.

**TABLA N° 8 PRUEBA N-300 – VALORES OBTENIDOS EN LA PRIMERA PRUEBA**

F u e n t e	Semana 1			
	PARÁMETRO	dosis 8ml	dosis 10ml	dosis 12ml
	Demanda Química de oxígeno	271,01mg/l	262,00mg/l	287,00mg/l
	Demanda Bioquímica de oxígeno	980,00	480,25mg/l	1080,00mg/l
	Aceites y Grasas	0,02 mg/l	0,01mg/l	0,02mg/l
	Potencial de Hidrógeno	7,35	7,31	7,32

laboración propia.

En la tabla N° 8 se muestra los valores obtenidos después de realizar el tratamiento con el floculante Superfloc N-300 con las dosis de 8ml, 10ml y 12ml en la primera semana de evaluación.

**TABLA N° 9 PRUEBA N-300 – VALORES OBTENIDOS EN LA PRIMERA PRUEBA**

F u e n t e	Semana 2			
	PARÁMETRO	dosis 8ml	dosis 10ml	dosis 12ml
	Demanda Química de oxígeno	271,36mg/l	263,52mg/l	286,83mg/l
	Demanda Bioquímica de oxígeno	981,00mg/l	482,46mg/l	1081,40mg/l
	Aceites y Grasas	0,04mg/l	0,03mg/l	0,03mg/l
	Potencial de Hidrógeno	7,36	7,31	7,33

laboración propia.

En la tabla N° 9 se muestra los valores obtenidos después de realizar el tratamiento con el floculante Superfloc N-300 con las dosis de 8ml, 10ml y 12ml en la segunda semana de evaluación.

**TABLA N° 10 PRUEBA N-300 – VALORES OBTENIDOS EN LA PRIMERA**

P R U E B A	SEMANA 3			
	PARÁMETRO	dosis 8ml	dosis 10ml	dosis 12ml
D	Demanda Química de oxígeno	273,01mg/l	263,90mg/l	288,02mg/l
B	Demanda Bioquímica de oxígeno	983,90mg/l	483,00mg/l	1082,60mg/l
A	Aceites y Grasas	0,02mg/l	0,01mg/l	0,02mg/l
n	Potencial de Hidrógeno	7,34	7,32	7,35

e  
: Elaboración propia.

En la tabla N° 10 se muestra los valores obtenidos después de realizar el tratamiento con el floculante Superfloc N-300 con las dosis de 8ml, 10ml y 12ml en la tercera semana de evaluación.

### 3.1.2.2 FLOCULANTE C-581

En la Prueba N° 2 se realizó la Prueba de Jarras haciendo uso de las dosis de 8ml, 10ml y 12ml del Floculante C-581 y posteriormente se realizó los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Aceites y Grasas y pH como indicador para conocer la concentración final del efluente tratado con el floculante.

**TABLA N° 11 PRUEBA C-581 – VALORES OBTENIDOS EN LA SEGUNDA PRUEBA**

F	SEMANA 1			
	PARÁMETRO	dosis 8ml	dosis 10ml	dosis 12ml
D	Demanda Química de oxígeno	382,02mg/l	366,01mg/l	561,01mg/l
B	Demanda Bioquímica de oxígeno	1200mg/l	900,00mg/l	1180,08mg/l
A	Aceites y Grasas	0,04mg/l	0,03mg/l	0,03mg/l
n	Potencial de Hidrógeno	7,21	7,25	7,33

e  
laboración propia.

En la tabla N° 11 se muestra los valores obtenidos después de realizar el tratamiento con el floculante Superfloc C-581 con las dosis de 8ml, 10ml y 12ml en la primera semana de evaluación.

**TABLA N° 12 PRUEBA C-581 – VALORES OBTENIDOS EN LA SEGUNDA PRUEBA**

<b>SEMANA 2</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>dosis 8ml</b>	<b>dosis 10ml</b>	<b>dosis 12ml</b>
Demanda Química de oxígeno	383,24mg/l	367,13mg/l	562,61mg/l
Demanda Bioquímica de oxígeno	1201,05mg/l	901,02mg/l	1182,04mg/l
Aceites y Grasas	0,06mg/l	0,04mg/l	0,02mg/l
Potencial de Hidrógeno	7,22	7,24	7,37

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 12 se muestra los valores obtenidos después de realizar el tratamiento con el floculante Superfloc C-581 con las dosis de 8ml, 10ml y 12ml en la segunda semana de evaluación.

**TABLA N° 13 PRUEBA C-581 – VALORES OBTENIDOS EN LA SEGUNDA PRUEBA**

<b>SEMANA 3</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>dosis 8ml</b>	<b>dosis 10ml</b>	<b>dosis 12ml</b>
<b>Demanda Química de oxígeno</b>	382,00mg/l	366,02mg/l	561,00mg/l
<b>Demanda Bioquímica de oxígeno</b>	1210,05mg/l	903,02mg/l	1183,05mg/l
<b>Aceites y Grasas</b>	0,07mg/l	0,05mg/l	0,04mg/l
<b>Potencial de Hidrógeno</b>	7,24	7,21	7,35

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 13 se muestra los valores obtenidos después de realizar el tratamiento con el floculante Superfloc C-581 con las dosis de 8ml, 10ml y 12ml en la tercera semana de evaluación.

### 3.2 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA

En función al concepto de eficiencia mostrado en el capítulo de Teorías relacionados al tema, el cálculo de la eficiencia obedece a la comparación de la efectividad de la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de oxígeno, Aceites y Grasas en grados de concentración que se encuentran en el efluente comparado con un teórico ideal, pero debido a que no se conoce dicho teórico, y debido a que se alcanzaron remociones muy altas con ambos materiales, se propone como referente ideal de relación con la remoción de los parámetros, para lo cual se tiene el porcentaje de remoción en las siguientes cuadros:

#### 3.2.1 PORCENTAJE DE REMOCIÓN

Se halló el porcentaje de remoción con la siguiente fórmula que se presentó en el capítulo anterior de teorías relacionadas al tema

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema [%]

S: Carga contaminante de final

S<sub>o</sub>: Carga contaminante de inicial

**TABLA N° 14 PROCENTAJE DE REMOCIÓN CON EL FLOCULANTE N-300**

REMOCIÓN DEL N-300				
DOSIS 8ml	SEMANA	DQO INICIAL	DQO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	30983,30 mg/l	271,01 mg/l	99.12
	2	30983,12 mg/l	272,36 mg/l	99.12
	3	30984,41 mg/l	273,01 mg/l	99.12
DOSIS 10ml	SEMANA	DQO INICIAL	DQO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	30983,30 mg/l	262,00 mg/l	99.15
	2	30983,12 mg/l	263,52 mg/l	99.15
	3	30984,41 mg/l	263,90 mg/l	99.15
DOSIS 12ml	SEMANA	DQO INICIAL	DQO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	30983,30 mg/l	287,00 mg/l	99.07
	2	30983,12 mg/l	286,83 mg/l	99.07
	3	30984,41 mg/l	288,02 mg/l	99.07
DOSIS 8ml	SEMANA	DBO INICIAL	DBO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	1956.90 mg/l	980,00 mg/l	49.92
	2	1956,95 mg/l	981,00 mg/l	49.87
	3	1957,30 mg/l	983,90 mg/l	49.73
DOSIS 10ml	SEMANA	DBO INICIAL	DBO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	1956.90 mg/l	480,25 mg/l	75.46
	2	1956,95 mg/l	482,46 mg/l	75.35
	3	1957,30 mg/l	483,00 mg/l	75.32
DOSIS 12ml	SEMANA	DBO INICIAL	DBO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	1956.90 mg/l	1080,00 mg/l	69.80
	2	1956,95 mg/l	1081,40 mg/l	44.74
	3	1957,30 mg/l	1082,60 mg/l	44.69
DOSIS 8ml	SEMANA	AyG INICIAL	AyG FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	5307,42 mg/l	0.02 mg/l	100.00
	2	5307,46 mg/l	0,04 mg/l	100.00
	3	5308,51 mg/l	0,07 mg/l	100.00
DOSIS 10ml	SEMANA	AyG INICIAL	AyG FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	5307,42 mg/l	0.02 mg/l	100.00
	2	5307,46 mg/l	0,04 mg/l	100.00
	3	5308,51 mg/l	0,07 mg/l	100.00
DOSIS 12ml	SEMANA	AyG INICIAL	AyG FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	5307,42 mg/l	0.02 mg/l	100.00
	2	5307,46 mg/l	0,03 mg/l	100.00
	3	5308,51 mg/l	0,05 mg/l	100.00

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla N° 14 se muestra el porcentaje de remoción de los parámetros químicos en cada una de las semanas después del tratamiento con el Superfloc N-300.



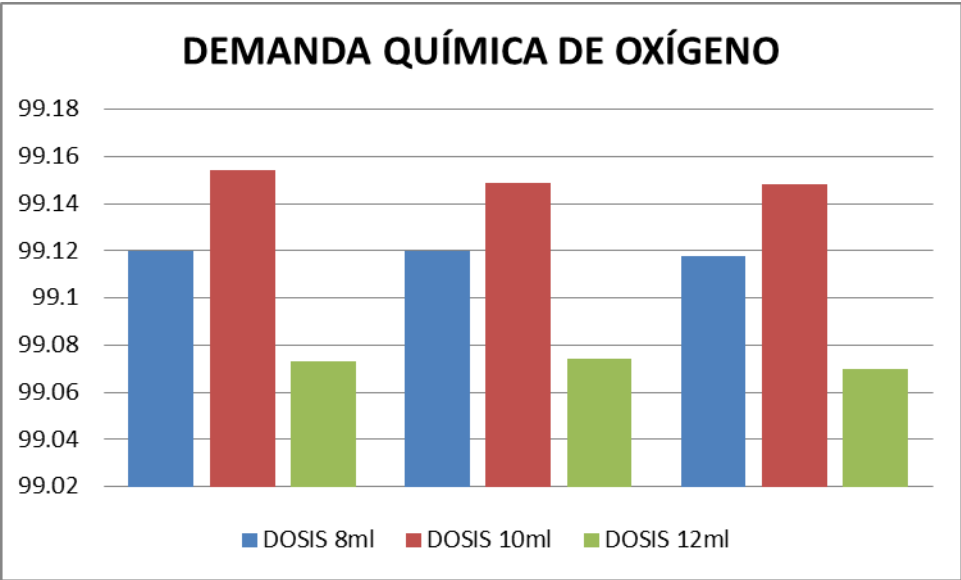
**TABLA N° 15 PROCENTAJE DE REMOCIÓN CON EL FLOCULANTE C-581**

REMOCIÓN DEL C-581				
DOSIS 8ml	SEMANA	DQO INICIAL	DQO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	30983,30 mg/l	382,02 mg/l	98.77
	2	30983,12 mg/l	383,24 mg/l	98.76
	3	30984,41 mg/l	382,00 mg/l	98.77
DOSIS 10ml	SEMANA	DQO INICIAL	DQO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	30983,30 mg/l	366,01 mg/l	98.82
	2	30983,12 mg/l	367,13 mg/l	98.82
	3	30984,41 mg/l	366,02 mg/l	98.82
DOSIS 12ml	SEMANA	DQO INICIAL	DQO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	30983,30 mg/l	561,01 mg/l	98.19
	2	30983,12 mg/l	562,61 mg/l	98.18
	3	30984,41 mg/l	561,00 mg/l	98.19
DOSIS 8ml	SEMANA	DBO INICIAL	DBO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	1956.90 mg/l	1200,00 mg/l	38.68
	2	1956,95 mg/l	1201,05 mg/l	38.63
	3	1957,30 mg/l	1210,02 mg/l	38.18
DOSIS 10ml	SEMANA	DBO INICIAL	DBO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	1956.90 mg/l	900,00 mg/l	54.01
	2	1956,95 mg/l	901,02 mg/l	53.96
	3	1957,30 mg/l	903,02 mg/l	53.86
DOSIS 12ml	SEMANA	DBO INICIAL	DBO FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	1956.90 mg/l	1180,08 mg/l	39.70
	2	1956,95 mg/l	1182,04 mg/l	39.60
	3	1957,30 mg/l	1183,05 mg/l	39.56
DOSIS 8ml	SEMANA	AyG INICIAL	AyG FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	5307,42 mg/l	0,04 mg/l	100.00
	2	5307,46 mg/l	0,06 mg/l	100.00
	3	5308,51 mg/l	0,07 mg/l	100.00
DOSIS 10ml	SEMANA	AyG INICIAL	AyG FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	5307,42 mg/l	0,03 mg/l	100.00
	2	5307,46 mg/l	0,04 mg/l	100.00
	3	5308,51 mg/l	0,05 mg/l	100.00
DOSIS 12ml	SEMANA	AyG INICIAL	AyG FINAL	% DE REMOCIÓN
	1	5307,42 mg/l	0,03 mg/l	100.00
	2	5307,46 mg/l	0,02 mg/l	100.00
	3	5308,51 mg/l	0,04 mg/l	100.00

**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla N° 15 se muestra el porcentaje de remoción de los parámetros químicos en cada una de las semanas después del tratamiento con el Superfloc C-581.

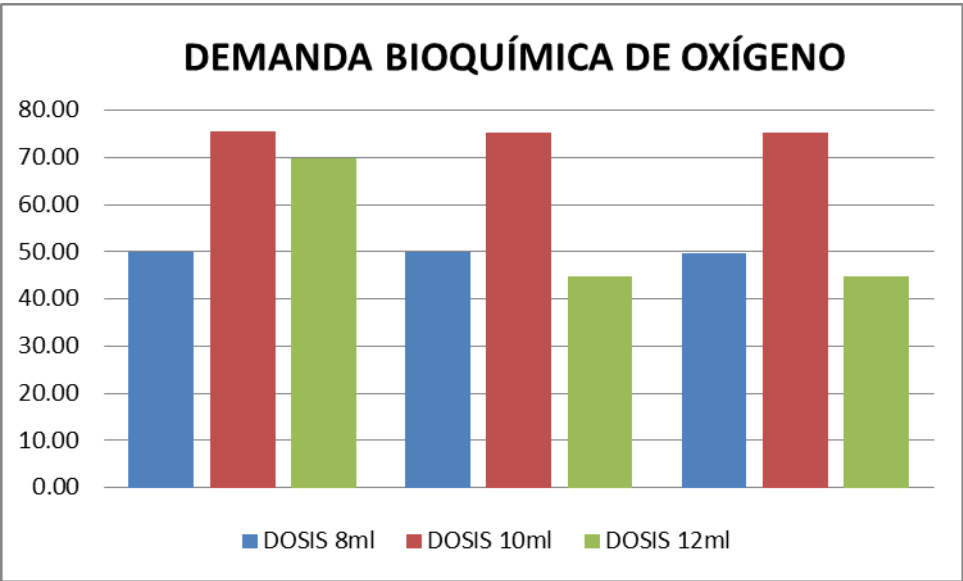
**GRÁFICO N° 5 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE DQO - FLOCULANTE N-300**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico N° 5 se muestra que el floculante Superfloc N-300 es más eficiente en la dosis de 10ml.

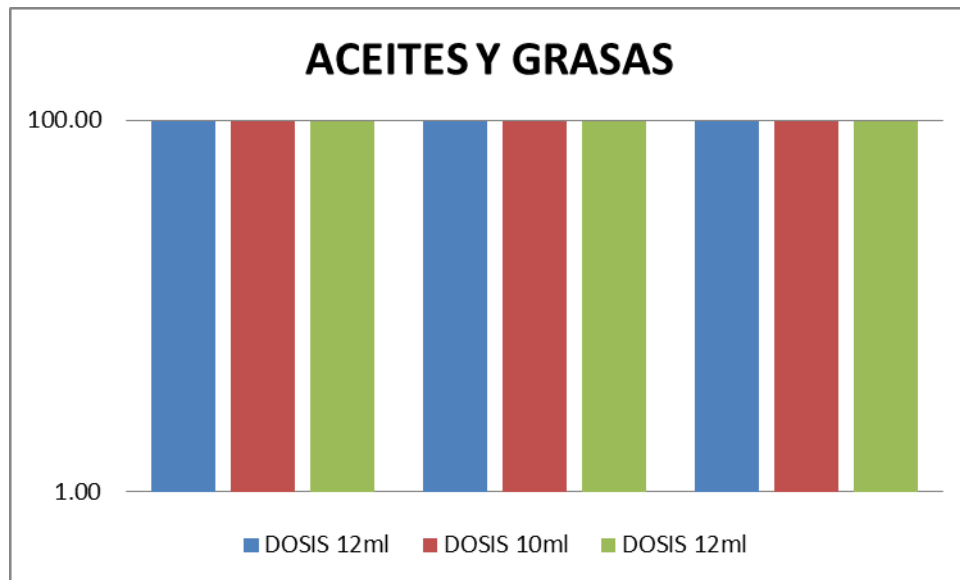
**GRÁFICO N° 6 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE DBO- FLOCULANTE N-300**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico N° 6 se muestra que el floculante Superfloc N-300 es más eficiente en la dosis de 10ml.

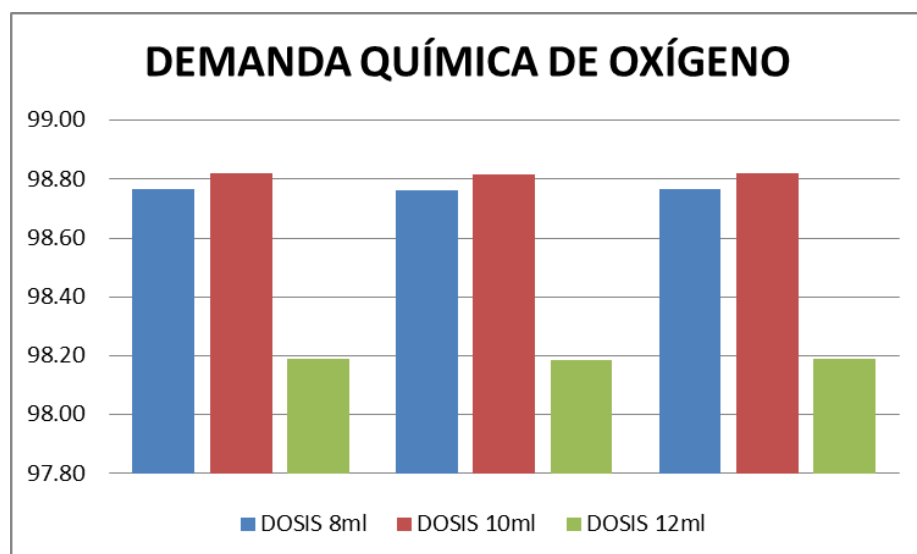
**GRÁFICO N° 7 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE AyG - FLOCULANTE N-300**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico N° 7 se muestra que el floculante Superfloc N-300 es eficiente en sus dosis de 8ml, 10ml y 12ml

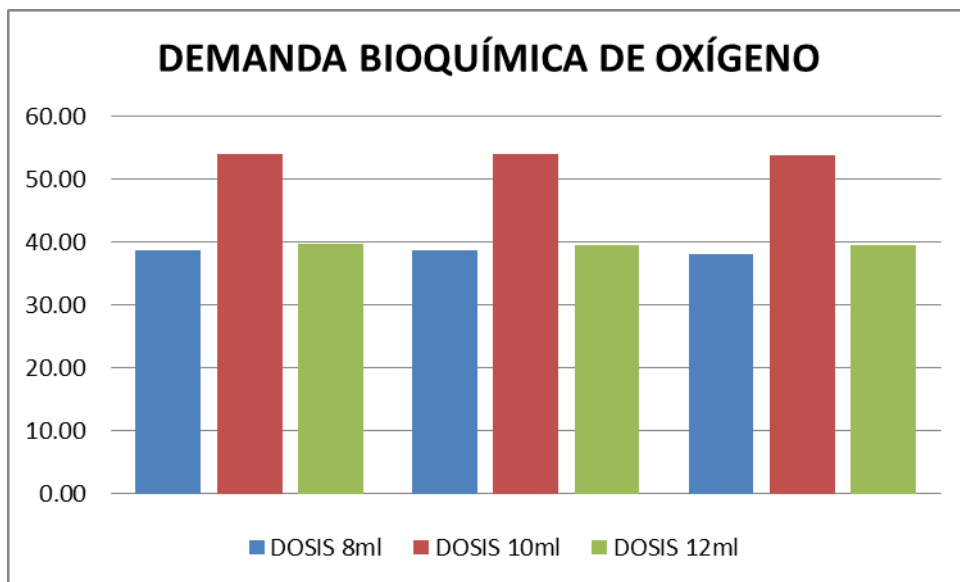
**GRÁFICO N° 8 GRADO DE REMOCIÓN DE DQO - FLOCULANTE C-581**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico N° 8 se muestra que el floculante Superfloc C-581 es más eficiente en la dosis de 10ml

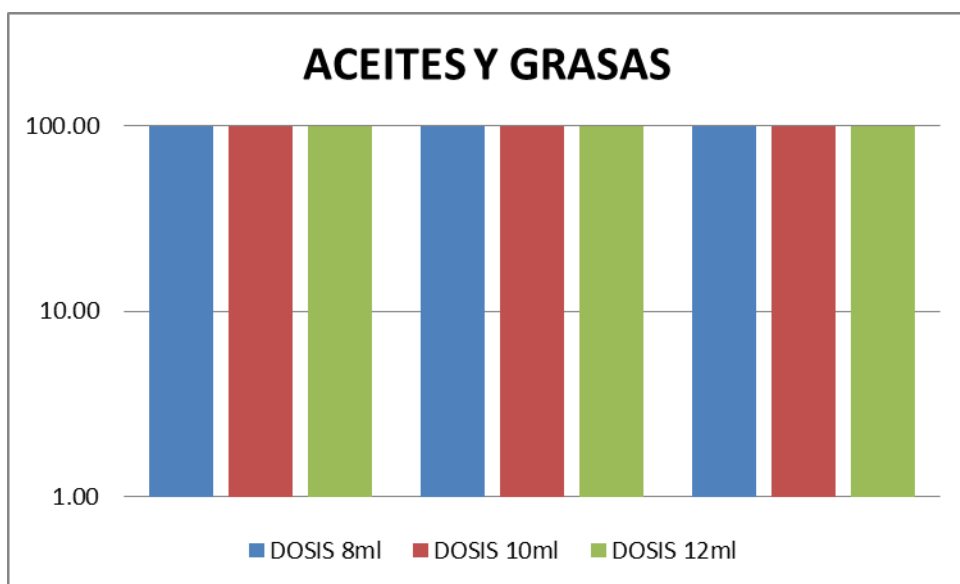
**GRÁFICO N° 9 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE DBO- FLOCULANTE C-581**



**Fuente: Elaboración propia.**

En el gráfico N° 9 se muestra que el floculante Superfloc C-581 es más eficiente en la dosis de 10ml

**GRÁFICO N° 10 PROMEDIO DE REMOCIÓN DE A y G- FLOCULANTE C-581**



**Fuente: Elaboración propia.**

En el gráfico N° 10 se muestra que el floculante Superfloc C-581 es eficiente en sus dosis de 8ml, 10ml y 12

### 3.3. RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

Se realizó la prueba de normalidad para verificar que los datos son normales, luego la Prueba de Anova para comparar las medias entre las Dosis de los Floculantes N-300 y C-581, se verificó que existe diferencia en los datos, se procedió a realizar la prueba de Tukey para indicar la dosis más eficiente para el mejoramiento de la Demanda Química de Oxígeno.

**TABLA N° 16 DATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LOS FLOCULANTES**

Floc.N-300	REPETICION	DQO A
T1A	8	271.01mg/l
T1A	8	272,36 mg/l
T1A	8	273,01 mg/l
T2A	10	262,00 mg/l
T2A	10	263,52 mg/l
T2A	10	263,90 mg/l
T3A	12	287,00 mg/l
T3A	12	286,83 mg/l
T3A	12	288,02 mg/l

Floc.C- 581	REPETICION	DQO B
T1B	8	382,02 mg/l
T1B	8	383,24 mg/l
T1B	8	382,00 mg/l
T2B	10	366,01 mg/l
T2B	10	367,13 mg/l
T2B	10	366,02 mg/l
T3B	12	561,01 mg/l
T3B	12	562,61 mg/l
T3B	12	561,00 mg/l

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA N° 17 TABLA PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL N-300**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
DQOA8	,961	3	,619
DQOA10	,893	3	,363
DQOA12	,855	3	,253
DQOB8	,762	3	,027
DQOB10	,757	3	,015
DQO12	,755	3	,010

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla N° 17 que el nivel de significancia es  $> 0.05$ , lo cual indica que los datos son normales.

### 3.3.1 PRUEBA DE ANOVA PARA MUESTRAS RELACIONADAS

Se utiliza una estadística paramétrica ya que los datos son normales, en este caso utilizamos la prueba de Análisis de Varianza, para comparar las medias de los tratamientos con las diferentes dosis de los dos floculantes N-300 y C-581 y determinar si existe alguna diferencia.

**TABLA N° 18 PRUEBA DE ANOVA**

ANOVA					
data					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	190,292,045	5	38,058,409	53,813,087	,000
Dentro de grupos	8,487	12	,707		
Total	190,300,532	17			

Fuente: Elaboración propia.

En la TABLA N° 18 se observa que la SIG  $< 0.05$ , entonces aceptamos la alterna que nos dice que al menos 1 es diferente, para determinar la diferencias que existen aplicaremos la Prueba de Tukey

**TABLA N° 19 PRUEBA DE TUKEY**

#### DATA

Tukey

DQO	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
DQOA10	3	263,1400					
DQOA8	3		272,1267				
DQOA12	3			287,2833			
DQOB10	3				366,3867		
DQOB8	3					382,4200	
DQOB12	3						561,5400

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

En la TABLA N° 19 se observa que los resultados del Floculante A (N-300) y el Floculante B (C-581) existe diferencia entre todas las dosis utilizadas, por ende, podemos indicar que el que posee una mejor remoción es la Dosis de 10ml del floculante N-300 ya que disminuyó la concentración de la Demanda química de oxígeno en el efluente a 263,14mg/l, mientras que el C- 581 disminuyó la concentración de la demanda química de oxígeno en el efluente a 366,38mg/l

### 3.4. RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

Se realizó la prueba de normalidad para verificar que los datos son normales, luego la Prueba de Anova para comparar las medias entre las Dosis de los Floculantes N-300 y C-581, se verificó que existe diferencia en los datos, se procedió a realizar la prueba de Tukey para indicar la dosis más eficiente para el mejoramiento de la Demanda bioquímica de Oxígeno.

**TABLA N° 20 DATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LOS FLOCULANTES**

Floc.N-300	REPETICION	DBO A	Floc.C- 581	REPETICION	DBO B
T1A	8	980,00 mg/l	T1B	8	1200,00 mg/l
T1A	8	981,00 mg/l	T1B	8	1201,05 mg/l
T1A	8	983,00 mg/l	T1B	8	1201,002mg/l
T2A	10	480,25 mg/l	T2B	10	900,00 mg/l
T2A	10	480,46 mg/l	T2B	10	901,02 mg/l
T2A	10	483,00 mg/l	T2B	10	903,02 mg/l
T3A	12	1080,00 mg/l	T3B	12	1180,08 mg/l
T3A	12	1081,40 mg/l	T3B	12	1182,04 mg/l
T3A	12	1082,60 mg/l	T3B	12	1183,05 mg/l

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA N° 21 PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL N-300**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
DBOA8	,927	3	,476
DBOA10	,891	3	,356
DBOA12	,998	3	,915
DBOB8	,828	3	,182
DBOB10	,966	3	,646
DBOB12	,967	3	,651

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla N° 21 que el nivel de significancia es  $> 0.05$ , lo cual indica que los datos son normales.

### 3.4.1 PRUEBA DE ANOVA PARA MUESTRAS RELACIONADAS

Se utiliza una estadística paramétrica ya que los datos son normales, en este caso utilizamos la prueba de Análisis de Varianza, para comparar las medias de los tratamientos con las diferentes dosis de los dos floculantes N-300 y C-581 y determinar si existe alguna diferencia.

**TABLA N° 22 PRUEBA DE ANOVA**

ANOVA					
Dato					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,064,691,975	5	212,938,395	29,790,228	,000
Dentro de grupos	85,775	12	7,148		
Total	1,064,777,750	17			

Fuente: Elaboración propia.

En la TABLA N° 22 se observa que  $SIG < 0.05$ , entonces aceptamos la alternativa que nos dice que al menos 1 es diferente, para determinar la diferencias que existen aplicaremos la Prueba de Tukey

**TABLA N° 23 PRUEBA DE TUKEY**

DATA							
Tukey B <sup>a</sup>							
DBO	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
DBOA10	3	481,9033					
DBOB10	3		901,3467				
DBOA8	3			981,6333			
DBOA12	3				1081,3333		
DBOB12	3					1181,7233	
DBOB8	3						1203,6900
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.							
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.							
Fuente: Elaboración propia.							



En la TABLA N° 23 se observa que los resultados del Floculante A (N-300) y el Floculante B (C-581) existe diferencia entre todas las dosis utilizadas, por ende podemos indicar que el que posee una mejor remoción es la Dosis de 10ml del floculante N-300 ya que disminuyó la concentración de la demanda química de oxígeno en el efluente a 481,90 mg/l, mientras que el C- 581 disminuyó la concentración de la demanda química de oxígeno en el efluente a 901,3 mg/l

### 3.4. RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS

Se realizó la prueba de normalidad para verificar que los datos son normales, luego la Prueba de Anova para comparar las medias entre las Dosis de los Floculantes N-300 y C-581, se verificó que existe diferencia en los datos, se procedió a realizar la prueba de Tukey para indicar la dosis más eficiente para el mejoramiento de la Demanda bioquímica de Oxígeno.

**TABLA N° 24 DATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LOS FLOCULANTES**

Floc.N-300	REPETICION	AYG A	Floc.C- 581	REPETICION	AYG B
T1A	8	0.02 mg/l	T1B	8	0,04 mg/l
T1A	8	0,04 mg/l	T1B	8	0,06 mg/l
T1A	8	0,07 mg/l	T1B	8	0,07 mg/l
T2A	10	0.01 mg/l	T2B	10	0,03 mg/l
T2A	10	0,03 mg/l	T2B	10	0,04 mg/l
T2A	10	0,06 mg/l	T2B	10	0,05 mg/l
T3A	12	0.02 mg/l	T3B	12	0,03 mg/l
T3A	12	0,03 mg/l	T3B	12	0,02 mg/l
T3A	12	0,05 mg/l	T3B	12	0,04 mg/l

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA N° 25 PRUEBA DE NORMALIDAD PARA EL N-300**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
AYGA8	,987	3	,780
AYGA10	,987	3	,780
AYGA12	,964	3	,637
AYGB8	,964	3	,637
AYGB10	1,000	3	1,000
AYGB12	1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla N° 25 que el nivel de significancia es  $> 0.05$ , lo cual indica que los datos son normales.

### 3.4.1 PRUEBA DE ANOVA PARA MUESTRAS RELACIONADAS

Se utiliza una estadística paramétrica, en este caso utilizamos la prueba de Análisis de Varianza, para comparar las medias de los tratamientos con las diferentes dosis de los dos floculantes N-300 y C-581 y determinar si existe alguna diferencia.

**TABLA N° 26 PRUEBA DE ANOVA**

ANOVA					
Data					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,001	5	,000	,886	,520
Dentro de grupos	,004	12	,000		
Total	,005	17			

Fuente: Elaboración propia.

En la TABLA N° 26 observa que  $SIG > 0.05$ , entonces aceptamos la Hipótesis nula que nos dice que todos son iguales. Por ello podemos concluir que ambos Floculantes son eficientes para la remoción de Aceites y Grasas en cualquiera de sus dosis de 8ml, 10ml y 12ml que tiene como resultado de 0,01 mg/l.

## IV. DISCUSIÓN

- ✓ En la tesis de Diana Cegarra (2011), se aplicó un tratamiento físico- químico con coagulante amargo de salmuera fue de 100 g/L y 50 ml/L, respectivamente con lo que se logró una remoción del 62,84 % de DQO y 42,00 % de NTK. El cloruro férrico en una concentración de 1,62 g/L con una dosis de 50 ml/l logró remociones del 72,93 % de DQO y 40,85 % de NTK, y con una dosis de agua de mar de 100 ml/L, se alcanzaron porcentajes de remoción de 53,98 % de DQO y 45,13 % de NTK pero ninguno logró un efluente que cumpliera con la normativa de su país, lo cual nos hace evidenciar que el floculante N-300 y C-581 son más eficaces en la remoción de la Demanda química de aceite respecto al estudio anterior ya que obtuvo mejores resultados y que si se encuentra dentro de la normativa peruana del DECRETO 001- VIVIENDA-2015
- ✓ En la tesis Pierri Palma (2012), se aplicó el tratamiento físico- químico de filtros percoladores de una planta de tratamiento obtuvo una eficiencia promedio de remoción de la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 79,8%, la Demanda química de oxígeno (DQO) en un 71,82%, lo cual también muestra que estos porcentajes están debajo del porcentaje obtenidos por los floculantes N-300 y C-581 que obtuvieron más del 70% de remoción en estos parámetros.
- ✓ Según Mario Alcarraz en su tesis de “Eficacia de coagulantes en el tratamiento primario de efluentes procesadora de frutas” utilizó Sulfato de aluminio como coagulante como inorgánico y el Polycat CS-5460 como coagulante orgánico para la remoción de contaminantes potenciales de los efluentes de una industria procesadora de frutas, el primer obtuvo una mejor remoción en la Demanda bioquímica de oxígeno de 96,58%, con el coagulante orgánico, es por ello que se puede evidenciar que Polycat CS-5460 siendo un polímero orgánico tiene la capacidad de remover en altas cantidades los parámetros físico- químicos de efluentes industriales con alta concentración de DBO. Esto de demuestra que el N-300 también por ser un polímero es que logro una mayor remoción en DBO, DQO y aceites y grasas.

- ✓ Según CLARIANT (2000), dice; *“De las características iniciales de los efluentes se determina el tipo de tratamiento que se debe aplicar; indicando que el parámetro más importante para seleccionar el tipo de tratamiento es la DQO. Si la DQO de entrada a la planta de tratamiento es menor a 150 ppm, sólo se utilizará un tratamiento primario, para DQO mayores a 150 ppm es necesaria la instalación de plantas de tratamiento complejas que incluyen tratamiento primario, secundario y hasta tratamiento terciario, si es requerido. Se debe evaluar la factibilidad económica del proceso”,* entonces al obtener el mayor grado de porcentaje de remoción en el parámetro Demanda química de oxígeno (DQO) se entiende que se ha seleccionado de manera correcta el tipo de tratamiento con floculante ya que el DQO es el parámetro más significativo al momento de seleccionar un tipo de tratamiento.
  
- ✓ Según Walter Poll (1983), menciona que *el pH desempeña un papel importante para los estudios de los fenómenos de coagulación- floculación, como parte de la carga de las partículas coloidales que han absorbido iones  $\text{OH}^-$ , queda eliminada por una elevación de la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  el cual ocasiona una disminución de la estabilidad de la suspensión coloidal;* es decir el pH es un factor muy importante al momento de realizar el tratamiento con floculantes, es por eso que antes de usar los floculantes N-300 y C-581 se estabilizó el pH para una remoción de altas concentración de parámetros físico- químicos.

## V. CONCLUSIÓN

- ✓ En base al resultado que se observa en la TABLA N°15 se demuestra las concentraciones de Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno y Aceites y Grasas, bajaron significativamente de una concentración inicial a otra final, de ello podemos concluir que el Floculante N-300 (Poliacrilamida (PAM) seca, catiónica) es eficiente para remover el DBO, DQO y aceites y grasas del efluente procedente de maquinaria pesada.
- ✓ De acuerdo a los resultados en la TABLA N°15 también podemos decir que durante el proceso de remoción del DBO, DQO y Aceites y Grasas el Floculante N-300 (Poliacrilamida (PAM) seca, catiónica) obtuvo un porcentaje de remoción de más del 90% para el efluente industrial de procedencia de maquinaria pesada.
- ✓ De acuerdo a las tablas N°17, 21 y 25 podemos evidenciar que las dosis adecuadas para la remoción de la Demanda química de oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno y aceites y grasas es el de 10 ml de los floculantes.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para realizar la floculación con cualquier tipo de efluente se verifique el pH y la temperatura, debido que el tratamiento de floculación tiene mejores resultados en pH 7 y que se encuentre a temperatura ambiente.
- Se recomienda replicar la investigación teniendo encuenta otras condiciones, como: cantidades de réplicas, y realizar el estudio de otros parámetros en el efluente.
- Realizar el experimento con otros tipos de floculantes, teniendo en cuenta asimismo las velocidades en que se trabaje la prueba de Jarras o “Jar Test”, y el tiempo de sedimentación que se requiera y la variación que pueda existir en el Potencial de hidrógeno (pH) según la dosis que se use del floculante.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ANDÍA CARDENAS, Yolanda. TRATAMIENTO DE AGUAS: Coagulación Floculación. Lima, Perú. Año Abril, 2000.
2. BAIRD, C. (2001). Química ambiental. Barcelona: Reverté S.A.
3. BARRIOS-CASTILLO, G. (2007). La medición de la eficiencia técnica mediante el análisis envolvente de datos. *Contribuciones a la economía*.
4. BROSTOW, W. HAGG, H. 2009. Polymeric flocculants for wastewater and industrial effluent treatment. Journal of materials Education Vol. 31.  
Disponible en:  
[http://www.unt.edu/LAPOM/publications/pdf%20articles/varudadditions/flocJME.p  
df](http://www.unt.edu/LAPOM/publications/pdf%20articles/varudadditions/flocJME.pdf)
5. CASAS REYES, JOSE V. COAGULACIÓN – FLOCULACION. Universidad Nacional de Colombia. Primera edición. 1992
6. CLARIANT INTERNACIONAL. Waste Water Management. Clariant Corporate Guideline N° 23.24 de enero de 2000.
7. COVARRUBIAS, MARTINA. 2010. Serie N100- N300 esp.doc.  
Disponible en:  
[http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Serie%20N100-N300%20\(HT\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Serie%20N100-N300%20(HT).pdf)  
[http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Serie%20C500\(521-581\)%20\(HT\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Serie%20C500(521-581)%20(HT).pdf)
8. Fiscalización ambiental en aguas residuales Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA. Versión digital.  
Disponible en línea:  
[https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
9. FUENTES-PASCUAL, R. (2000). EFICIENCIA DE LA GESTIÓN DE LOS INSTITUTOS PÚBLICOS DE BACHILLER DE LA PROVINCIA DE ALICANTE. Alicante: Universidad de Alicante.

10. HAVURY N. 1997. Agricultural Ecosystem. Environment Health Perspectives, USA.
11. JENKINS, D., & SNOEYINK, V. Química del agua. 2002 México D.F.: Editorial Limusa.
12. KEMMER, F.N. Manual del agua. Su Naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Tomo I. Estados Unidos: Editorial Mc Graw- Hill, 1989.
13. MANAHAN, S. Introducción a la Química ambiental. (I. Mora Leyva, Trad.) 2007, España: Reverté
14. MANUAL de tratamiento químico del agua, (2005). LIPESA, S.A.
15. MARÍN GALVÍN, R. Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos tratamiento y control de calidad de aguas. 2003 Madrid: Díaz de Santos.
16. METCALF & EDDY, 1996. "Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización". Volumen 1. Madrid, España: Editorial McGraw-Hill, 1995.
17. MINAM. Compendio de la legislación ambiental peruana (Vol. V): Dirección general de políticas, normas e instrumentos de gestión ambiental del Ministerio del Ambiente 2010, Perú, Lima
18. REY DE CASTRO Rosas, Ana. Recuperación de cromo (III) de efluentes de curtido para control ambiental y optimización del proceso productivo. Lima Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Agosto 2013.
19. RODRÍGUEZ, Manuel. Contribución al estudio de la degradación anaerobia de tensoactivos aniónicos: alquinbencensulfonatos lineales, alquil sulfatos y



alcoholes etoxilados sulfatos. España: Tesis de Doctorado Ingeniería Química. Universidad de Alicante. 1996. 279 p

20. ROMERO, J.A. Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999.
21. PIETRO BOLIVAR, C. J. (2004). El agua: sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. Colombia: Ecoe Ediciones.
22. RODRÍGUEZ MELLADO, J. M., & MARÍN GALVÍN, R. (1999). Fisicoquímica de aguas. Madrid: Editorial Diaz de Santos.
23. WATER POLL. Inhibition of flocculation processes in systems containing organic watter. Vol 55 N 07. P 947, 1983
24. PROGRAMA REGIONAL OPS/CEPIS de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano, 1992.
25. YARETH QUÍMICOS LTDA. Soluciones para laboratorio.  
Disponible en línea:  
[http://www.yarethquimicos.com/Dowloand/Floculadortest%20de%20jarras/Manual-floculador/Manual\\_Floculador\\_%20test\\_de\\_jarras\\_6\\_puestos%20L-YARETH\\_QUIMICOS\\_LTDA.pdf](http://www.yarethquimicos.com/Dowloand/Floculadortest%20de%20jarras/Manual-floculador/Manual_Floculador_%20test_de_jarras_6_puestos%20L-YARETH_QUIMICOS_LTDA.pdf)
26. YOUNG, James C. Factors affecting the design and performance of upflow anaerobic filters. Water Science and Technology. Volumen 24. Número 8. Pag. 133-135. 1991.

## ANEXOS N° 1 PREPARACIÓN DE LOS FLOCULANTES

- ✓ Se preparó ambos floculantes N-300 y C-581 al 0.1 molar



## ANEXOS N°2 ANÁLISIS DEL DBO

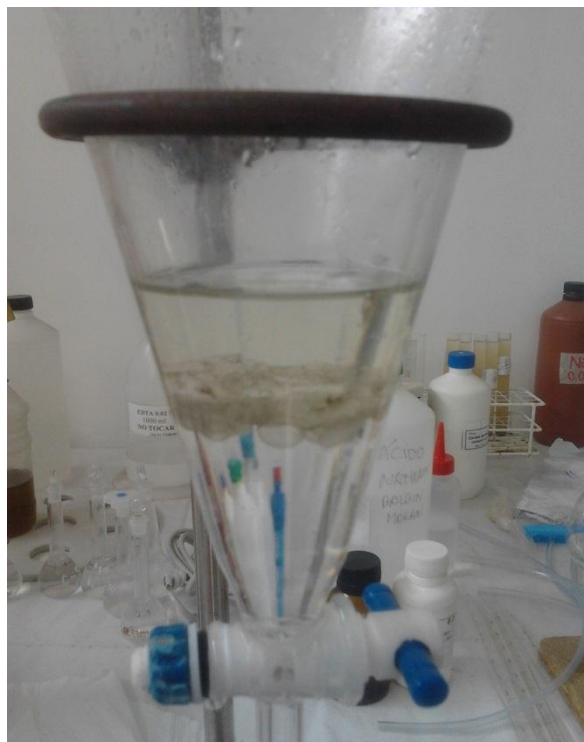
- ✓ Se realizó el análisis se la Demanda Bioquímica de oxígeno:





## ANEXOS N°3 ANÁLISIS DE ACEITES Y GRASAS

- ✓ Se realizó el análisis de Aceites y grasas





## ANEXO 4 MATRIZ DE CONSISTENCIA


PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	CONCEPTO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
¿Cuál es la eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581 para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015?	Determinar la eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581 para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015	El Superfloc N-300 y Superfloc C-581 son eficientes para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015.	Eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581	Eficiencia definido como el óptimo de Pareto, según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B, solo con segunda al menos un individuo mejora y nadie empeora. (FUENTES-PASCUAL, 2000)	Se utilizará el método de Jarras para determinar la eficiencia de remoción, con una muestra de 1000 ml del efluente, añadiendo las dosis de 8ml, 10ml y 12ml de Superfloc N-300 y C-581, a una velocidad de 100RPM y luego a 40RPM y dejarlo sedimentar por 30 min.	Eficiencia Superfloc N-300	Dosis	ml
							prueba de jarras en el laboratorio	
¿Cuál es la eficiencia del Superfloc N- 300 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015?	Evaluar la eficiencia del Superfloc N- 300 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015	El Superfloc N-300 es eficiente para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015				Eficiencia Superfloc C-581	Dosis	ml
							prueba de jarras en el laboratorio	
¿Cuál es la eficiencia del Superfloc C-581 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015?	Evaluar la eficiencia del Superfloc C-581 para el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, Cercado de Lima, 2015	El Superfloc C-581 es eficiente para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 201	mejoramiento de parámetros químicos	Son aquellos procesos que tienen como objetivo la eliminación de los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales. (Ruiz, 2012, p. 1)	Se hallará la concentración final de los parámetros químicos y el grado de remoción para conocer el mejoramiento de los parámetros químicos del efluente industrial.	concentración final de los parámetros químicos	DBO	mg/l
							DQO	mg/l
							Aceites y grasas	mg/l
						Grados de remoción	Porcentaje de remoción	%
							Valores máximos admisibles del Decreto Supremo 001 de vivienda-2015 como referencia	VMA

ANEXO N° 4 FICHAS DE OBSERVACIÓN

TABLA DE REPORTE PRUEBA N°

FECHA: \_\_\_\_\_  
FLOJULANTE: \_\_\_\_\_

Información general requerida de la muestra			Descripción de Información de la muestra y codificación					
Código de la estación								
Fecha de muestreo (día/mes/año)								
Hora de muestreo (hora y minutos)								
Clase de muestra								
Tipo de estación								
Matriz de la muestra								
Número de muestra de laboratorio								
Número de cadena de custodia								
REPETICIÓN 1								
Código del parámetro	Nombre del parámetro	Fecha de Análisis	DOSIS 8mL	Resultados	DOSIS 10mL	Resultados	DOSIS 12mL	Resultados
	Demanda Química de Oxígeno							
	Demanda Bioquímica de Oxígeno							
	Aceites y Grasas							
REPETICIÓN 1								
	Demanda Química de Oxígeno							
	Demanda Bioquímica de Oxígeno							
	Aceites y Grasas							
REPETICIÓN 1								
	Demanda Química de Oxígeno							
	Demanda Bioquímica de Oxígeno							
	Aceites y Grasas							

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FORMATO				
	Cadena de Custodia				
PIERINAMINE <b>HOJA DE CADENA DE CUSTODIA</b>					
Número:	<input type="text"/>				fecha y hora <input type="text"/>
Procedencia: <input type="text"/>					
DATOS DEL LABORATORIO					
Nombre del laboratorio : <input type="text"/>					
Forma de entrega: Personal: <input type="text"/>					
INFORMACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S):					
Código de la estación	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Clase de muestra	Tipo de estación	Nº de Botellas
				Efluente	
Total de materiales a enviar: Nº Coolers: <input type="text"/> Nº Ice pack: <input type="text"/>					
OBSERVACIONES GENERALES:					



## ANEXO N° 5 VALIDACIÓN DE FICHAS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Sanchez Alvarado Marco A.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ing. Docente UCV  
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Metalúrgico  
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha  
 1.5. Título de la investigación: Determinación de la eficiencia del Superfloc N-300 y C-581 para la remoción de diferentes metales pesados (cromo, cobalto, níquel, etc.)  
 1.6. Autor del instrumento: BALBUENA MORA, ROSARIO NATALY

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					✓
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. Organización	Existe una organización lógica.					✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					✓
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					✓
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						✓

#### PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 <u>TIEMPO N-300</u>	✓		
Ítem 2 <u>TIEMPO C-581</u>	✓		
Ítem 3 <u>TIEMPO N-300</u>			
Ítem 4 <u>TIEMPO C-581</u>	✓		
Ítem 5			
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2014



Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
Ítem 19			
Ítem 20			
Ítem 21			
Ítem 22			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Remoción de efluentes Industriales

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 DBO	/		
Ítem 2 DQO	/		
Ítem 3 A y G	/		
Ítem 4 pH	/		
Ítem 5 % Remoción	/		
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			
Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
Ítem 19			
Ítem 20			
Ítem 21			
Ítem 22			
Ítem 23			
Ítem 24			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- ☒ El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado  
☐ El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:

3 Dic 2015

Firma del experto informante.

DNI. N° 00188260

Teléfono N°

998 460 963

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2014



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Cuello Bautista Jose Elvy  
 1.2. Cargo e institución donde labora: INIA - UCV  
 1.3. Especialidad del validador: INGENIERO FORESTAL  
 1.4. Nombre del instrumento: RICHA  
 1.5. Título de la investigación: DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SUPERFLOC N-300 Y  
 1.6. Autor del instrumento: SUPERFLOC 581 PARA LA REMEDIACIÓN DE ECUELTOS INDUSTRIALES  
BOLIVIA MORDEN, ROSARIO NOTHOLO

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					X
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. Organización	Existe una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					X
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85%

**PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable: Eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 DOSIS N-300	X		
Ítem 2 DOSIS C-581	X		
Ítem 3 TIEMPO N-300	X		
Ítem 4 TIEMPO C-581	X		
Ítem 5	X		
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2014



Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
Ítem 19			
Ítem 20			
Ítem 21			
Ítem 22			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Remoción de efluentes Industriales

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 DOO	X		
Ítem 2 DOO	X		
Ítem 3 Ay 6	X		
Ítem 4 pH	X		
Ítem 5 % Remoción	X		
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			
Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
ítem 19			
ítem 20			
ítem 21			
ítem 22			
ítem 23			
ítem 24			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

( ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(X) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:



Firma del experto informante.

DNI. N° 04367073 Teléfono N° 998591332

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2014



### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Ing. Brulio A. Valdivia Onihuela  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente de Medio Ambiente DKA Consultores SAC.  
 1.3. Especialidad del validador: Experiencia en CC. Ambientales  
 1.4. Nombre del instrumento: \_\_\_\_\_  
 1.5. Título de la investigación: \_\_\_\_\_  
 1.6. Autor del instrumento: \_\_\_\_\_

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85

#### PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 <u>DOSES N-300</u>	✓		
Ítem 2 <u>DOSES C-581</u>	✓		
Ítem 3 <u>TIEMPO N-300</u>	✓		
Ítem 4 <u>TIEMPO C-581</u>	✓		
Ítem 5			
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2014



Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
Ítem 19			
Ítem 20			
Ítem 21			
Ítem 22			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Remoción de efluentes Industriales

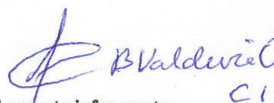
INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 DBO	/		
Ítem 2 DBO	/		
Ítem 3 A <sub>5</sub> 6	/		
Ítem 4 PH	/		
Ítem 5 % Retención	/		
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			
Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
Ítem 19			
Ítem 20			
Ítem 21			
Ítem 22			
Ítem 23			
Ítem 24			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- ( ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: 02/12/2015

 B. Valderrama  
CIP: 160959

Firma del experto informante.

DNI. N° 10472093 Teléfono N° 996540855

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2014



INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. MENDOZA GARCIA JOSE TORAL  
 1.2. Cargo e institución donde labora: PRESENTE COMISION DE PROSPECTIVA COLCIP  
 1.3. Especialidad del validador: RECURSOS HIDRICOS.  
 1.4. Nombre del instrumento: FCMS  
 1.5. Título de la investigación: DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL SUPERFLOC N-300 Y SUPERFLOC 581 PARA LA REDUCCION DE EFLUENTES INDUSTRIALES PROCEDENTE DEL MANTENIMIENTO NO QUIMICOS  
 1.6. Autor del instrumento: PERAZA.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente e 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						85

PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

Primera Variable: Eficiencia del Superfloc N-300 y Superfloc C-581

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 <u>DSIS N-300</u>	✓		
Ítem 2 <u>DSIS C-581</u>	✓		
Ítem 3 <u>TIEMPO N-300</u>	✓		
Ítem 4 <u>TIEMPO C-581</u>	✓		
Ítem 5			
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE - 2014



Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
Ítem 19			
Ítem 20			
Ítem 21			
Ítem 22			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la primera variable

Segunda variable: Remoción de efluentes Industriales

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Ítem 1 DBO	/		
Ítem 2 DBO	/		
Ítem 3 AY6	/		
Ítem 4 pH	/		
Ítem 5 X-REMUV	/		
Ítem 6			
Ítem 7			
Ítem 8			
Ítem 9			
Ítem 10			
Ítem 11			
Ítem 12			
Ítem 13			
Ítem 14			
Ítem 15			
Ítem 16			
Ítem 17			
Ítem 18			
ítem 19			
ítem 20			
ítem 21			
ítem 22			
ítem 23			
ítem 24			

La evaluación se realiza de todos los ítems de la segunda variable

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %. V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- ( ☒ ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha:

Lima 03/12/2015

Firma del experto informante.

DNI. N° 06006131 Teléfono N° 992755843

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV - LIMA ESTE - 2014



Feedback Studio - Turnitin

<https://www.turnitin.com>

Feedback studio

Nathaly BALBIN MORAN

Test\_Balbin

21

21

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Resumen de coincidencias

21 %

1

Entregado a Escuela P

Título de estudiante

2 %

2

www.dipacp.com.ec

Fuente de Internet

1 %

3

afecta concociones gdo pa

Fuente de Internet

1 %

4

ocadibio.org.es

Fuente de Internet

1 %

5

sinid.ubimar.edu.co

Fuente de Internet

1 %

6

www.dipacp.com.ec

Fuente de Internet

1 %

7

www.ubimar.edu.co

Fuente de Internet

1 %

8

www.asadapal.com.pa

Fuente de Internet

1 %

9

www.ubimar.edu.co

Fuente de Internet

1 %

10

repositorio.unma.edu.pa

Fuente de Internet

1 %

11

Entregado a Universidad

1 %

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Determinar la eficiencia de los polielectrolitos (Superflores N-300 y Superflores C-581) para el mejoramiento de parámetros químicos en los efluentes industriales de una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada- Cercado de Lima, 2015

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Balbin Morán, Rosario Nathaly

ASESOR:

Mg. Ing. Benites Alfaro, Elmer

DR. BENITES ALFARO

Página: 1 de 96

Número de palabras: 15926

Test only Report

High Resolution

87